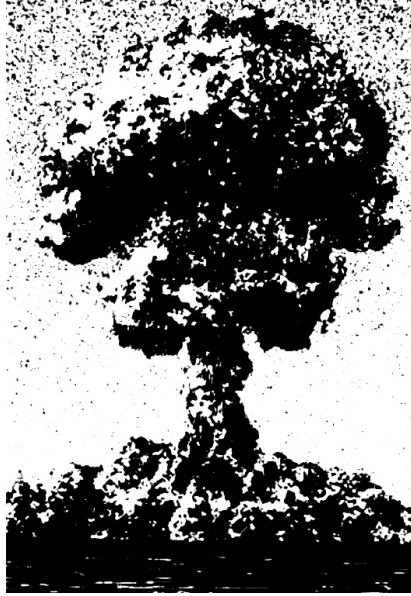


ஆற்றல்

.....

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

.....

ஜனனி

உமா வீரமணி

1. ஆற்றல்

இன்றைய உலகில் ‘ஆற்றல்’ மிகவும் முக்கியமானதாக கருதப்படுகிறது. ஆற்றல் என்பதை நாம் நீண்ட காலமாக அறிவோம் என நீங்கள் எண்ணலாம். ஆனால், இந்த வார்த்தை புழக்கத்தில் வந்து 200க்கும் குறைவான ஆண்டுகள் தான் ஆகின்றன. 1807ல் தாமஸ் யங் என்னும் அமெரிக்க விஞ்ஞானி முதன்முறையாக பயன்படுத்துவதற்கு முன்பு இந்த வார்த்தையே இல்லை என்பது உங்களுக்குத் தெரியுமா?



ஆற்றல் என்பது வேலை செய்வதற்கு தேவைப்படும் ஒன்று. வேலை என்பது உழைப்பால் நடப்பது. சிறிய பொருளை நகர்த்துவதற்கும் பெரிய பொருளை நகர்த்துவதற்கும் தேவைப்படும் உழைப்பு மாறுபடும். அதிக ஆற்றல் இருந்தால் அதிக வேலை செய்யலாம்.

ஆற்றலும் உழைப்பும் ஒன்றாக பயணிக்கின்றன என்பது நமக்கு இப்போது தெரியும். ஆனால், கிரேக்க மொழியில் இருந்து “உள்ளிருக்கும் வேலை” என்று பொருள்படும் “ஆற்றல்” என்ற சொல்லை தாமஸ் யங் பயன்படுத்தும் வரை மக்களுக்கு தெரியவில்லை. சொல்லப்போனால்,

ஆற்றல் என்பதே வேலையை உள்ளடக்கி வைத்திருக்கும் ஒன்று தானே?

ஆற்றல் என்ற வார்த்தை தெரியாவிட்டாலும் அதிக ஆற்றலை பயன்படுத்தினால், அதிக வேலை செய்யலாம்; அதிகப்படியான வேலைக்கு, அதிக முயற்சி தேவைப்படுகின்றது, அதனால் அதிகமாக நாம் சோர்வடைகின்றோம் என்பது பண்டைய மக்களுக்கு நன்றாகவே தெரிந்திருந்தது.

அவர்களுக்கு தெரியாமல் போனது என்னவென்றால், 'ஒரு வேலையை செய்ய ஆற்றல் கண்டிப்பாகத் தேவை' என்பதுதான். அவர்களைப்பொருத்த வரையில் அதீத சக்தியாலும் அமானுஷ்ய ஆற்றலினாலும், எந்தவித முயற்சியும் இன்றி ஒரு வேலையை தொய்வின்றி செய்ய முடியும் என்று ஆணித்தரமாக நம்பினார்கள்.

பண்டைய கிரேக்கர்கள், அமானுஷ்ய சக்திவாய்ந்த இசையமைப்பாளர்களின் மெய்சிலிர்க்கும் நாதத்தால், நடனமாடிய கற்களைப் பற்றியும், அவை நடந்தோடி தடுப்புச்சுவராக மாறியதையும் பெருங்கதைகளாக சொல்லியிருக்கிறார்கள். அரேபிய இரவுகள் எனும் கதையில், தான் எதைக்கேட்டாலும் தரக்கூடிய ஒரு அற்புத விளக்கை அலாவுதீன் வைத்திருந்ததாகவும், ஒரு கண் சிமிட்டலில் அந்த விளக்கிலிருந்து வரும் ஜீனி என்ற அற்புத பூதம், மாட மாளிகைகளை உருவாக்கும் சக்தி பொருந்தியதாய் இருந்ததாகவும், சொல்லப்படுகின்றது. இக்கதையில் சொல்லப்படும் பாத்திரங்களுக்கு தங்கள் ஆற்றலை பயன்படுத்தியதால் எவ்வித தொய்வும் ஏற்படவில்லை. ஏனென்றால் அவை மாயமந்திரங்களைக் கொண்டு அதை செய்ததாக நம்பப்படுகின்றது.

இப்படிப்பட்ட கட்டுக்கதைகள் உருவானதில் எவ்வித ஆச்சர்யமும் இல்லை. தொய்வில்லாமல் வேலை செய்ய வேண்டும் என்பது எல்லோரின் எதிர்பார்ப்பு தான். எந்தவொரு மாந்திரீகரும் ஆற்றலை செலவிடாமல் ஒரு காரியத்தை செய்ததாக நாம் நேரில் பார்த்துவிடவில்லை. ஆதலால் ஒரு வேலை செய்ய ஆற்றல் கண்டிப்பாகத் தேவை. அப்படி ஆற்றலை செலவிடும்போது நிச்சயம் சோர்வடைந்தே தீருவோம்.

வேலை என்பதை உயிரினங்களுக்கு உரித்தான ஒரு கடமையாய் நாம் பார்க்கின்றோம். மனிதர்கள் வேலை செய்கிறார்கள். அதே போல் ஆடுகளும், மாடுகளும் இன்னும் பல விலங்குகளும் வேலை செய்கின்றன. கவனிக்க வேண்டிய ஒன்று என்னவென்றால், ஒரு உயிரற்ற பொருள் கூட வேலை செய்யும் என்பது தான்.

அடிக்கும் காற்று பாய்மரப் படகை அழைத்துச் செல்கின்றது. ஓடும் நதியோ, பரிசலை நகர்த்திச் செல்கின்றது. எழும்பும் அலைகள் பெருங்கப்பலை தூக்கிப்போடுகின்றன. கவணை சுற்றி எறிந்தால், அதில் வைக்கப்பட்டுள்ள கல் மிக வேகமாக காற்றைக் கிழித்துக்கொண்டுச் செல்கின்றது. அதன் உறுதியை பொறுத்தும் அதன் அளவை பொறுத்தும், அது செல்லும் வேகத்தை பொருத்தும், எதிரியையோ அல்லது எதிரியின் சுற்றுச்சுவரையோ, துளைத்தெறியும் திறன் கொண்டதாய் இருக்கின்றது.

உயிரற்ற பொருள் ஒரு வேலையை செய்கிறது என்றால், அது அதன் இயக்கத்தின் காரணமே அல்லாமல் வேறொன்றும் இல்லை. நிசப்தமான காற்றும், ஓட்டமில்லாத நீரும், அசைவில்லாத கல்லும் எதையும் நகர்த்தப்போவதும் இல்லை, நொறுக்கப் போவதுமில்லை.

வீசும் காற்றும், ஓடும் நீரும், நகரும் கல்லும் தான் இந்த வேலையை செய்கின்றன.

இயக்கம் ஒரு வேலையைச் செய்கின்றதென்றால், இயக்கம் கண்டிப்பாக ஒரு ஆற்றலாகத்தான் இருக்க வேண்டும். அதை நாம், 'இயக்க ஆற்றல்' (Kinetic Energy) என்று சொல்லலாம். 1856ல், ஆங்கிலேய விஞ்ஞானியான 'கெல்வின் பிரபு' அந்த வார்த்தையை முதன்முதலில் பயன்படுத்தினார். 'கைநெடிக்' என்ற கிரேக்க வார்த்தையின் பொருள் 'இயக்கம்' என்பதே.

ஒரு பொருள் வேகமாய் செல்கின்றது என்றால், அதன் அந்த ஆற்றல் அதனை அதிக வேலையை செய்யும் திறன் கொண்டதாய் வைத்திருக்கின்றது என்று அர்த்தம். ஒரு சுத்தியால் மெதுவாகத் தட்டினால், ஒரு ஆணி பலகையில் இறங்காது. அதுவே அந்த சுத்தியலை வேகமாகத் தட்டும் பொழுது, அந்த ஆணி, பலகையில் மிக எளிதாக உள்ளே இறங்குகின்றது.

அதே போல், எடை குறைவாகவும் அளவில் சிறியதாகவும் இருக்கும் ஒரு பொருளுக்கு 'இயக்க ஆற்றல்' குறைவாகவும், எடை அதிகமாகவும் அளவில் பெரியதாகவும் இருக்கும். ஒரு பொருளுக்கு 'இயக்க ஆற்றல்' அதிகமாக இருப்பதை நம்மால் காண முடிகின்றது. வலுவான, அளவில் பெரிய ஒரு சுத்தியலையே நாம் ஒரு எடுத்துக்காட்டாக வைத்துக்கொள்ளலாம்.

ஆனால் சில நேரங்களில் இயக்கமற்ற ஒரு பொருளும், வேலையை செய்யக்கூடிய திறன் படைத்ததாய் இருக்கின்றது. ஒரு மலை விளிம்பில் இருக்கும் ஒரு பாறையை நினைத்துப்பாருங்கள். தன் மீது மோதும் மெதுவான காற்றின் விசைக்கே நகர்ந்து கீழே

விழுந்துவிடும். அப்படி கீழே விழும் அந்த பாறைக்கு வேகம் அதிகரித்துக்கொண்டே இருக்கும். அப்படியானால் அதன் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது. அப்படியாய் கீழே விழுந்து முட்டும் பொழுது, ஒரு வேலையை அது செய்கின்றது - ஒரு பொருளை நொறுக்குவதாக வைத்துக்கொள்வோமே.

தன்னிலையில், மலை விளிம்பில் இருந்த ஒரு பாறைக்கு எந்தவித ஆற்றலும் இருந்ததாகத் தெரியவில்லை. அது எந்த வேலையையும் செய்யவில்லை. ஆனால் விழும்பொழுது, அதன் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது. அப்படியென்றால் மலை விளிம்பில் இருந்த அந்த பாறைக்கு ஒரு ஆற்றல் இருந்திருக்கின்றது என்றும், அதை வெளிப்படுத்த தக்க சமய சந்தர்ப்பத்தை எதிர்நோக்கி காத்துக்கொண்டிருந்தது என்றும் நாம் சொல்லலாம்.

1853ல், 'வில்லியம் யி.வி.ரேங்கைன்' எனும் ஸ்காட்லாந்து நாட்டை சேர்ந்த பொறியாளர், கீழே விழும்பொழுது ஆற்றல் பெறும் எந்தவொரு பொருளும் தன்னுள் 'நிலை ஆற்றலை' வைத்திருக்கின்றது என்று முதன்முதலில் கூறினார்.

தரையின் நிலை மட்டத்திலிருந்து, மிக உயரத்தில் இருக்கும் பொருள், அதிக தொலைவை கடப்பதால் அதற்கு அதிக நிலை ஆற்றல் இருக்கும். எப்படிப் பார்த்தாலும், மிகக்குறைவான உயரத்திலிருந்து விழும் பொருள் அதிகப்படியான வேகத்தையும், இயக்க ஆற்றலையும் அடைவதற்கு சாத்தியமில்லை. அப்பொருள் உடனே தரையைத் தொட்டு மிகச்சிறிய வேலையைத்தான் செய்யும். ஏனெனில், அதற்கு மிகச்சிறிய 'நிலை ஆற்றலே' தொடக்கத்தில் இருந்து இருக்கின்றது.

மிக உயரத்திலிருந்து விழும் பொருளுக்கு வேகமும், இயக்க ஆற்றலும் அதிகமாய் இருப்பதால், அதனால் அதிக வேலையை செய்ய முடிகின்றது. ஏனென்றால், அதற்கு தொடக்கத்திலேயே அதிக நிலை ஆற்றல் இருந்திருக்கின்றது.

நம் அனுபவத்திலேயே இதனை நாம் உணரலாம். உயரமான இடத்திலிருந்து கீழே விழும் பொழுது நமக்கு கை கால் முறிவு ஏற்படுகின்றது. ஆனால் குறைவான உயரத்திலிருந்து நாம் குதிக்கும் பொழுது அப்படி ஆவதில்லை. காரணம், அதிக உயரத்திலிருந்து குதிக்கும் பொழுது நாம் தரையில் வேகமாக மோதுகின்றோம். குறைவான உயரத்தில் அவ்வளவு வேகமாய் மோதுவதில்லை.

பண்டைய மனிதர்களிடம், இயக்க மற்றும் நிலை ஆற்றலைப் பற்றி பேசியிருந்தால் அவர்கள் குழம்பிப் போயிருப்பார்கள். அவர்களுக்கு வழக்கத்தில் இல்லாத வார்த்தை பிரயோகம் புரிதலில் சற்று தயக்கத்தை ஏற்படுத்தியிருக்கும். இருந்தாலும் அவர்களுக்கு, அவ்வாற்றலைப் பற்றிய அடிப்படை புரிதல் கண்டிப்பாக இருந்திருக்க வேண்டும். அவர்கள், காற்றின் உதவியைக்கொண்டு பாய்மரம் செய்து கப்பல் செலுத்தியிருக்கின்றனர். ஓடும் தண்ணீரில், சுழலும் சக்கரம் கொண்டு ஆற்றலை அறுவடை செய்திருக்கின்றனர். மிக உயரத்திலிருந்து விழும் பெருங்கல் கடுமையான நாசத்தையும், மிக உயரத்திலிருந்து விழும் மனிதனின் கை கால் உடைந்துபோகும் என்ற அறிவும், அவர்களிடம் இருந்திருக்கின்றது.

ஆற்றலை பற்றி புரிந்துகொள்ள பரவலாக மக்களிடம் நிலவும் சில கருத்துக்கள் மட்டும் போதாது. தெளிவான, ஆழமான ஒரு புரிதல் கண்டிப்பாக வேண்டும். திட்டமிடப்பட்ட செயல்முறைகளின் மூலம் கிடைத்த

அளவீடுகளை பொருத்திப் பார்த்து புரிந்துக் கொள்ளுதல் அவசியம்.

அப்படிப்பட்ட தெளிவான அளவீடுகளை ஈட்டும் கருவிகளோ, செயல் முறைகளோ இன்றைய கால நடைமுறையில் இருப்பது போல் பண்டைய மனிதர்கள் வாழ்ந்த காலத்தில் இல்லை.

2. இயந்திர ஆற்றல்

ஒரு வேளை நாம் இயக்கத்தைப்பற்றி நன்கு அறிந்திருந்தால் ஆற்றலை பற்றி நமக்கு முன்னரே தெரிந்திருக்கக்கூடும். ஏனெனில் இயக்கம் என்பதே ஒருவகை ஆற்றல் தான். இயக்கத்தைப் பற்றி மிக கவனமாகப் ஆராய்ந்த விஞ்ஞானிகளுள் ஒருவர், இத்தாலிய நாட்டைச் சார்ந்த 'கலிலியோ கலிலி'. 'கலிலியோ' என்ற பெயரினால் அறியப்பட்டவர் அவர்.

1590களில், சாய்மேசைப் பள்ளங்களில், பந்துகளை உருண்டோடவிட்டும், ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தைக் கடக்க அவை எடுத்துக் கொண்ட நேரத்தை வைத்தும், கலிலியோ சில பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டார். துல்லியமான கடிகாரங்கள் இல்லாத காலக்கட்டத்திலேயே, அடியில் துளையிடப்பட்ட நீர்த்தொட்டியிலிருந்து சிந்தும் நீர் திவலைகளின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு, பந்துகள் உருண்டோடும் நேரத்தை அவர் கணக்கிட்டார்.

சாய்மேசையிலிருந்து உருண்டோடும் பந்துகளின் வேகம் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லும் என்று முதலில் கண்டுப்பிடித்தவர் அவர் தான். அவ்வாறாக உருள விடப்பட்ட பந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் கடந்த பின், எவ்வளவு வேகமாய் செல்லும் என்பதற்கு இரண்டு சாதாரண கணித சூத்திரங்களை அவர் கண்டறிந்தார். மேலும் அதைக்கொண்டு எவ்வளவு தூரம் கடந்து அந்த பந்து விழுந்திருக்கும் என்பதையும் கணக்கிடலாம்.

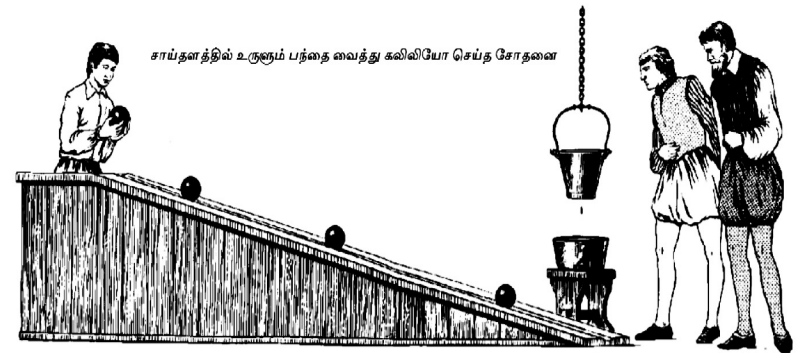
ஒரு பொருள் சாய்மேசையில் உருளும் பொழுது அதிக வேகத்தை அடையுமானால் அதன் இயக்க ஆற்றலும் அதிகமாகும். கலிலியோ வாழ்ந்த காலத்தில் இயக்க ஆற்றலைப் பற்றிய புரிதல் மக்களிடத்தில் இருந்ததாகத்

ஆற்றல்

தெரியவில்லை. இருப்பினும், காலப்போக்கில் இயக்க ஆற்றலைப் பற்றி புரிந்துக் கொண்டு, கலிலியோவின் சூத்திரங்களை மக்கள் பயன்படுத்தத் துவங்கினர்.

உருளும் மற்றும் நேரே விழும் பந்துகளைப் பற்றிய பரிசோதனைக்கு முன்னால், அவர் வேறு சில கண்டுபிடிப்புகளையும் செய்துள்ளார். 1581ல், 17 வயதாக இருக்கும் பொழுது, தேவாலயத்தில் ஒரு மதச்சடங்கில் பங்கேற்றிருக்கும் பொழுது, திடீரென வீசிய காற்றில் ஆடும் சர-விளக்கை அவர் கவனித்தார்.

வீசுகின்ற காற்றின் திசைக்கு ஏற்ப அந்த விளக்குகள் அங்கும் இங்குமாய் முன்னும் பின்னுமாய் ஊசலாடிக் கொண்டிருந்தன. எவ்வளவு தூரம் ஊசலாடினாலும் (குறைந்த தூரமாய் இருந்தாலும் அல்லது அதிக தூரமாய் இருந்தாலும்) ஒரு முனையிலிருந்து இன்னொரு முனைக்குச் செல்ல அது எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் ஒன்றாய் இருந்தது (கலிலியோ நேரத்தை, தன் நாடித்துடிப்பை வைத்து மேற்கூறிய பரிசோதனையை கணக்கிட்டார். மேலும் அவர் இந்த வேலையில் அதீத ஆவலோடு ஈடுபட்டுக் கொண்டிருந்தமையால், தேவாலய வழிபாடுகளை தவறவும் விட்டிருக்கிறார்.)



இந்த முறையில் தான், கலிலியோ ஒரு ஊசல் எப்படி வேலை செய்கின்றது என்பதை கண்டறிந்தார். நாமும் ஒரு ஊசலை மிக எளிதாகச் செய்யலாம். ஒரு துண்டு கம்பியை எடுத்து, அதன் ஒரு முனையை, பூமியின் நிலை மட்டத்திற்கு மேல் இருக்கும் எந்தவொரு அமைப்பிலாவது (ஒரு குளியலறை துனிக்கம்பி) கட்டிவிட்டு, அதன் மறுமுனையில் எடை அதிகமான ஒரு பொருளையும் கட்டி விட்டு (ஒரு கைக்கத்தி) ஆடவிட்டால் 'ஊசல்' தயார்.

அது, ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைக்கு, முன்னும் பின்னுமாய், திரும்பத் திரும்ப சென்று வரும். அப்படி ஒரு பக்கத்தின் மேலே அது செல்லும் பொழுது, அதன் வேகம் குறைகின்றது. கடைசியாக ஒரு கட்டத்தில் அது வேகமற்று நின்று, அது சென்ற திசையிலிருந்து மாறுபட்ட திசையை நோக்கி பயணிக்கின்றது. அவ்வாறு பயணிக்கும் பொழுது, அதன் முதல் நிலைக்குச்செல்லும் வரை அதன் வேகம் அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்கின்றது. பின்பு மறுபடியும் மேலே செல்லும் பொழுது அதன் வேகம் குறைந்து போய் கடைசியில் தன் திசையை மாற்றிக்கொண்டு மீண்டும் மறு திசையில் அவ்வாறாகவே பயணிக்கின்றது.

ஒரு ஊசல் ஒரு பக்கத்தின் மேலே செல்லும் பொழுது அதன் இயக்க ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே வருகின்றது. அதே சமயம், அது உயரே போவதினால் அதன் நிலை ஆற்றல் அதிகரித்துக் கொண்டே வருகின்றது. சரியாக ஒரு பகுதியின் உச்சியை அது அடையும் நேரத்தில், எந்தவித அசையும் இல்லாமல், இயக்க ஆற்றல் ஏதுமின்றி அது இருக்கின்றது. இருப்பினும் அதனிடம் அதீத நிலை ஆற்றல் தான் அடைந்த உயரத்தால் அது பெற்றிருக்கின்றது. அதனால் எந்த ஒரு நேரத்திலும் அது திரும்பி கீழே விழும் ஆற்றல் கொண்டதாய் இருக்கின்றது.

அவ்வாறாக கீழ்நோக்கி வரும் ஒரு ஊசல், நிலை ஆற்றலை செலவழித்து, இயக்க ஆற்றலை பெற்று, அதிக வேகமாய் கீழே வருகின்றது. சரியாக அந்த ஊசல் வழியின் கீழ் முனையில், மிகுதியான வேகம் மற்றும் இயக்க ஆற்றலை மிகக்குறைந்த நிலை ஆற்றலோடு அது பெறுகின்றது.

ஒரு ஊசல் சுற்றும் பொழுது, இயக்க ஆற்றலை இழந்து நிலை ஆற்றலை பெறுகின்றது. பின் இயக்க ஆற்றல் பெற்று நிலை ஆற்றலை இழக்கின்றது. இவ்வாறாக அது வேலை செய்கின்றது. ஆற்றலின் இரண்டு வகைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக மாறியும் மருவியும் காணப்படுகின்றது.

ஒரு சாதாரண ஊசலின் இயக்கத்தைப் பற்றிய அறிவானது, விஞ்ஞானிகளிடம் வெவ்வேறான ஆற்றலின் வடிவத்தைச் சார்ந்த தெள்ளிய புரிதலை ஏற்படுத்த அபரிமிதமாக உதவியது.

சொல்லப்போனால், காலப்போக்கில், விஞ்ஞானிகள், ஒரு ஊசல் ஆடிச்செல்லும் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும், மிகச்சரியாக எவ்வளவு இயக்க ஆற்றல் நிலை ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டது என்பதைக் கணக்கிட்டுத் தெரிந்துகொண்டனர். அவர்கள், நிலை மற்றும் இயக்க ஆற்றலின் கூட்டுத்தொகையானது எப்பொழுதும் ஒரே அளவாகத் தான் இருக்கும் என்பதைக் கண்டுப் பிடித்தார்கள். ஒவ்வொரு ஆற்றலின் தொகையுமானது சீராக மாறுபட்டாலும், அதன் கூட்டுத்தொகை மாறாது.

இயக்க மற்றும் நிலை ஆற்றலை ஒன்று சேர்த்து அதனை 'இயந்திர ஆற்றல்' என்று கூறலாம். ஏனென்றால் இயந்திரங்களில், எப்பொழுதும் வேகமாகவும், மெதுவாகவும், மேலும்-கீழுமாய் நகரும் உபகரணங்கள்

இருக்கும். அந்த இயந்திரங்களில், இயக்க ஆற்றல் பொதுவாக நிலை ஆற்றலாகவும் பின்பு இயக்க ஆற்றலாகவும் மாறி செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்.

நாம் ஒரு ஊசலில், நிலை ஆற்றலும், இயக்க ஆற்றலும், தனித்தனியே அதன் அளவில் வேறுபட்டு இருக்கும் என்று பார்த்தோம். இருப்பினும் அதன் கூட்டுத்தொகை மாறாமல் இருக்கும் என்பதையும் பார்த்தோம்.

ஒன்றின் ஒட்டுமொத்த அளவானது ஒரு பொருளின் நகர்வுகளுக்கும் அசைவுகளுக்கும் மாறாமல் இருக்குமேயானால் அது 'பாதுகாக்கப்பட்டு' விட்டது என்று சொல்லலாம். அப்படியென்றால், ஒரு ஊசலில், 'இயந்திர ஆற்றல் பாதுகாக்கப் படுகின்றது' என்று நாம் கூறலாம்.

ஒருவேளை இது ஊசலுக்கு மட்டும் நேராமலிருந்தால்? ஒருவேளை இயக்க மற்றும் நிலை ஆற்றலின் மாற்றத்திற்கு ஆளாகும் ஒரு பொருள் எப்பொழுதும் ஒரே அளவு இயந்திர ஆற்றலை பெற்றிருக்கும் என்றிருந்தால், அது ஒரு 'இயற்கை விதியாய்' அமைந்திருக்கும். ஒரு வேளை அந்த ஊசலின் நடவடிக்கைக்கு காரணம் 'இயந்திர ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதி' என்று நாம் இப்பொழுது சொல்லலாம்.

ஒரு சாதாரண எடுத்துக்காட்டை இங்கே பாருங்கள்:

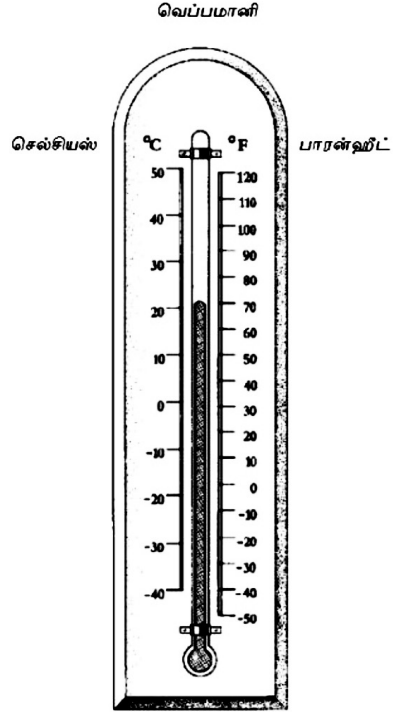
ஒரு வேளை நீங்கள் ஒரு கண்ணாடி குண்டை சீரான பளிங்குத் தரையில் போடுகிறீர்கள். அது இயக்க ஆற்றலை பெற்றும் நிலை ஆற்றலை இழந்தும் கீழே விழும். ஆனால் அது தரையில் முட்டி பின் மேலெழும்பும். அப்படி மேலெழும்பும் பொழுது, இயக்க ஆற்றலை இழந்து, நிலை ஆற்றல் பெற்று மேலெழும். சரியாக நம் குண்டை விட்ட உயரத்திற்கு அது திரும்பி எழும் என்றால்

ஒட்டுமொத்த இயந்திர ஆற்றல் கண்டிப்பாக மாறவில்லை. சொல்லப்போனால், அது விழுந்து எழும்பிய ஒவ்வொரு இடத்திலும் ஒட்டுமொத்த இயந்திர ஆற்றல் மாறாமல் தான் இருந்திருக்க வேண்டும்.

தரையில் பட்டு எழும்பும் ஒரு கண்ணாடி குண்டும், 'இயந்திர ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியின்' செயல்பாட்டை புரிந்துகொள்ள உதவும் ஒரு கருவி என்று சொல்லலாம்.

3. வெப்பம்

1600லிருந்து 1700வரை, விஞ்ஞானிகள் மத்தியில், இயக்கம் மற்றும் ஆற்றலைப் பற்றிய விவாதங்கள் எழுந்த போதிலும் அவர்கள் 'இயந்திர ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியை' பற்றிய தெளிவான புரிதல் அற்றவர்களாகவே காணப்பட்டார்கள். அதற்கு முக்கியக் காரணம் அவ்விதி சரியாக இயற்கை நிகழ்வுகளை விளக்கவில்லை. அது உண்மையில் ஒரு இயற்கை விதியே இல்லை.



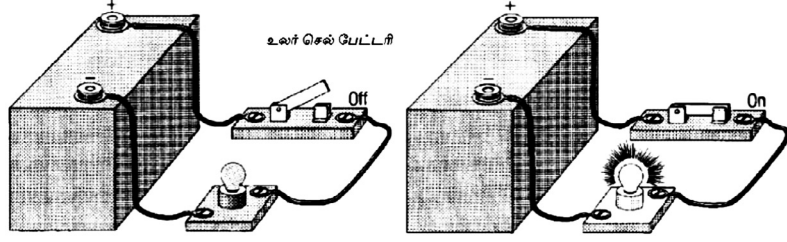
ஒரு ஊசலை தொடர்ந்து ஆட விட்டால், அதன் ஆட்டம் சிறிது நேரம் கழித்து குறைந்து கொண்டே வந்து ஒரு கட்டத்தில் நின்று விடும். தரையில் விழுந்த கண்ணாடி குண்டு, மோதிய பின்பு எழும்பும் உயரம் சிறிது நேரம் கழித்து குறைந்து கொண்டே சென்று மீண்டும் எழும்பாமல் தரையிலேயே இருக்கும். வேறு வழியில் சொல்ல வேண்டும் என்றால், ஒட்டுமொத்த இயந்திர ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே போகின்றது. அது குறையும் வேகம் சில

நேரம் குறைந்தும் சில நேரம் மிகுந்தும் காணப்படுகின்றது. ஆனால் எப்பொழுதும் குறைவாகத்தான் காணப்படுகின்றது.

ஆற்றல்

இப்பொழுது, நாம் ஒரு உருளையை தரை மட்டத்துக்கு சமமாக வைக்கப்பட்ட ஒரு மரப்பலகை மீது உருளவிட்டால், மாற்றமில்லாத நிலை ஆற்றலை கொண்ட அந்த பொருளின் வேகமானது குறையாமல் சீராக இருந்திருக்க வேண்டும். அது நிற்காமல் உருண்டுகொண்டே இருந்திருக்க வேண்டும். அனால் நாம் நேரில் பார்க்கும் நிலைமை அதுவல்ல. உருண்டோடும் அப்பொருளானது வேகம் குறைந்து ஒரு கட்டத்தில் நின்றுவிடுகின்றது. நாம் எப்படி செய்தாலும் இயந்திர ஆற்றல் முற்றிலுமாக பாதுகாக்கப் படுவதில்லை. அது அப்பொருள் போகும் திசையில் குறைந்து கொண்டே இருக்கின்றது.

இதற்கு முக்கியக்காரணம் என்னவென்று பார்த்தால், 'உராய்வு' - அதாவது ஒரு பொருள் இன்னொரு பொருள் மீது உரசுதல். ஒரு மரத்தினால் ஆன பொருள், கரடு முரடான மரப்பலகையில் உருளும் பொழுது அது குறைந்த தூரத்திலேயே நின்று விடுகின்றது. மரப்பலகையானது, உருளும் பொருளுக்கு அதிகப்படியான உராய்வை கொடுக்கின்றது. இதனால் உருளும் பொருளானது, தன் இயக்க ஆற்றலை அந்த உராய்வை தாண்டிச் செல்ல பயன்படுத்தி தன் ஆற்றலை விரயம் செய்கின்றது. இதுவே அம்மரப்பலகை வழுவழுப்பாக இருந்திருந்தால், இன்னும் சற்று அதிக தூரம் சென்றிருக்கும். ஆனாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரமும் நேரமும் கழித்து அது நின்று தான் போயிருக்கும். ஏனென்றால், உராய்வு என்பது இயற்கையில் தடுக்க முடியாதது. அதன் வீரியத்தை வேண்டுமென்றால் நம்மால் குறைக்க இயலும். உதாரணத்துக்கு, ஒரு பனிப்பலகையில் உருளும் பொருளானது அதிக தூரம் பயணிக்கும். பனிச்சறுக்கு விளையாடும் வீரர்களை நாம் உதாரணமாகக் கொள்ளலாம்.



காற்றிலாடும் ஊசலானது, காற்றோடு ஏற்படும் உராய்வின் காரணமாகவும், அது கட்ட பட்டிருக்கும் சட்டத்தில், கம்பிக்கும் சட்டத்துக்கும் உண்டாகும் உராய்வின் காரணமாகவும் தான், அது ஒரு கட்டத்தில் ஆடுவதை நிறுத்தி விடுகின்றது.

ஒரு வேளை உராய்வு என்பது இல்லையென்றால் நாம் நிச்சயம் இயந்திர ஆற்றலை பாதுகாத்து இருந்திருக்க முடியும். காற்றிலும் கம்பியிலும் உராய்வு இல்லையெனில், ஊசல் நின்றிருக்காது. பலகையில் உருளும் பொருளுக்கும் பலகைக்கும் உராய்வு இல்லையெனில், உருளும் பொருளும் நின்றிருக்காது. உராய்வின் காரணமாகத்தான் நம்மால் ஆற்றலை முற்றிலுமாக பயன்படுத்த முடியவில்லை. அப்படியென்றால் உராய்வினால் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஆற்றல் எங்கு சென்றது? அது வேறொன்றுமில்லை. அது வெப்பம் தான். இரு கைகளை வேகமாய் தேய்க்கும் பொழுது, கைகளில் வெப்பம் உண்டாவதை நம்மால் உணர முடிகின்றது. இரு குச்சிகளை உரசும் பொழுது, வெப்பம் வெளிப்படுகின்றது. ஆதி மனிதர்கள் கற்களை தேய்த்துத் தான் நெருப்பை உருவாக்கினார்கள். அப்படியென்றால் உராய்வுக்கும் நெருப்புக்கும் ஏதேனும் சம்மந்தம் உண்டா? உராய்வினால் வீணடிக்கப்பட்ட இயக்க ஆற்றலுக்கும், உராய்வினால் உருவான வெப்பத்துக்கும் என்ன உறவு? ஒருவேளை ஆற்றலுக்கும் வெப்பத்துக்கும் ஒரு தொடர்பு இருக்கிறதா?

1700களில் விஞ்ஞானிகள், வெப்பம் என்பது ஒரு வகை பொருள் என்று நினைத்து அதனை 'கலோரி' என்றழைத்தனர். அச்சொல் வெப்பம் என்பதைக் குறிக்கும் லத்தின் வார்த்தை ஆகும். வெப்பம் என்பது எளிதில் கடத்தப்படக்கூடிய ஒன்று என்று அவர்கள் எண்ணினார்கள். ஒரு அதிவெப்ப பொருளானது, குளிர்ந்த ஒரு பொருளின் அருகில் வைத்தால், வெப்பம் அதிகுடு மிக்க பொருளிலிருந்து சூடு குறைவான பொருளுக்கு செல்லும். இந்த முறையில் வெப்பம் அதிகமாய் உள்ள பொருள், தன் சூட்டை இழக்கும். குளிர்ந்த பொருளானது வெப்பத்தை பெற்றுக்கொண்டு சூடேறும்.

இந்த செயல்முறை அர்த்தமுள்ளதாகத் தெரிகின்றது. ஆனால் நாம் சூடு குறைவான ஒரே வெப்ப அளவு உள்ள இரண்டு பொருட்களை அருகில் கொண்டு வந்து வைக்கும் பொழுது அதனிடையே எந்த வெப்பமும் கடத்தப்படவில்லை. ஆனால் அப்பொருளை ஒன்றோடு ஒன்று உரசும் பொழுது, இரண்டுமே சூடேறுகிறது. திடீரென்று அப்பொருளுக்கு வெப்பம் எங்கிருந்து வந்தது?

இந்த கேள்விக்கு விடை கண்டறிந்தது, அமெரிக்க விஞ்ஞானியான பெஞ்சமின் தாம்ப்சன். அமெரிக்க புரட்சி நடந்தேறிக் கொண்டிருந்த நாட்களில், தன் தேசத்தை விட்டுச்சென்ற அவர் மீண்டும் அங்கு திரும்பவே இல்லை. ஐரோப்பாவிற்கு குடியேறிய அவர் கவுன்ட் ரும்போர்ட் என்ற சிறந்த மனிதராக மக்களால் போற்றப்பட்டார்.

1798ல், கவுன்ட் ரும்போர்ட் ஜெர்மனியில் ஒரு பீரங்கி தொழிற்சாலையில், மேலாளராக வேலை செய்து கொண்டிருந்தார். அப்பொழுது பீரங்கி குண்டுகளுக்கு இடையில் ஒரு துளை போடுவதற்காக, அந்த இரும்புத்துண்டை இடுக்கியில் பிடித்து, லத்தி போல

இருக்கும் அந்த துளை போடும் கருவியை, அதன் உள்ளே இறக்குவார்கள். அதிவேகத்தில் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும் கூர்மையான அந்த துளை போடும் கருவி மீதும், அந்த இரும்பு துண்டின் மீதும், தண்ணீர் ஊற்றிக்கொண்டே இருப்பார்கள். ஏனென்றால், இரண்டிற்கும் நடுவே ஏற்படும் உராய்வின் காரணமாக இரண்டு பொருளும் அதிக வெப்பமடையும். பீரங்கி குண்டுகளின் நேர்த்தியான உருவாக்கலுக்கு இவ்வாறாக சூடேறுதல் நல்லதல்ல. எனவே, துளையிடும் கருவி மற்றும் பீரங்கி குண்டின் தன்மை மாறாமல் இருக்க, குளிர்ந்த நீரை ஊற்றி அதை வெப்பமடையாமல் பார்த்துக்கொள்வர்.

ரும்போர்ட், இரண்டு பொருளுக்கும் நடுவே உருவாகும் வெப்பம் எங்கிருந்து வருகின்றது என்பதை யோசித்துக்கொண்டிருந்தார். அன்றைய விஞ்ஞானிகள், இரண்டு துண்டு உலோகங்கள் பீரங்கி குண்டுகளை துளையிட உராயும் பொழுது, உலோகங்களுக்குள்ளே இருக்கும் வெப்பம் வெளிப்படுகிறது என்று எண்ணினார்கள். அனால் எவ்வளவு வெப்பம் ஒரு உலோகத்தில் இருக்க முடியும், அதிலிருந்து எவ்வளவு வெப்பத்தை நம்மால் எடுக்க முடியும்? இத்தனைக்கும் அந்த உலோகங்கள் உராயத்தொடங்கும் முன்பு சாதாரண சூட்டில் தான் இருந்திருக்கின்றது. இருந்தும், உராயத்தொடங்கியவுடனே, குளிருட்ட ஊற்றப்படும் தண்ணீரையே கொதிக்கவைக்கும் அளவுக்கு வெப்பம் உண்டாகின்றது.

ரும்போர்ட், கூர்மையான இயந்திரத்திற்கு பதிலாக சாதாரண உலோகத்துண்டை வைத்து துளை போட முயற்சித்தார். இம்முயற்சியில், வெப்பம் அதிகமாக வெளிப்படாது என்று எண்ணிய அவருக்கு ஏமாற்றம் தான் மிஞ்சியது. இச்செயலில் சொல்லப்போனால்,

வெப்பம் அதிகப்படியாக வெளிப்பட்டது. அவர் துளையிட முயற்சிக்கும் நேரம் முழுக்க வெப்பம் வெளிப்பட்டுக்கொண்டே இருந்தது.

ரும்போர்ட், வெப்பம் ஒருவேளை வேறொரு இயக்கமாக இருக்குமோ என்று எண்ணினார். சூடேறிய அந்த துளையும் கருவியின் இயக்கமானது, சாதாரண இயக்க ஆற்றலை, இன்னொரு இயக்கமான வெப்பமாய் மாற்றுவதாக அவர் உணர்ந்தார்.

இயக்கம் என்று சொல்லும்பொழுது அப்பொருளின் ஒட்டுமொத்த இயக்கத்தையும் அவர் சொல்லவில்லை. அப்பொருளை உருவாக்கப் பயன்பட்ட கண்ணிற்குத் தெரியாத ஒவ்வொரு சிறிய துகள்களின் கண்ணுக்குத்தெரியாத நகர்வை அவர் இங்கு குறிப்பிடுகின்றார். அப்படி ஒவ்வொரு துகள்களும் எல்லாத்திசையிலும் நகர்ந்து, அதன் ஒட்டு மொத்த நகர்வு ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்து, ஒரு பொருளாக எந்தவித நகர்ச்சிக்கும் ஆளாகாமல் நிலையாக இருப்பதாக அவர் தெரிவித்தார். அவரைப் பொறுத்த வரையில், உராய்வு ஒரு பொருளின் ஊசலையோ, எழும்புதலையோ, சருக்குதலையோ நிறுத்துமானால், அதன் இயக்க ஆற்றல் முற்றிலுமாக காணாமல் போவதில்லை. மேலே சொன்ன கண்ணுக்குத் தெரியாத துகள்களின் ஒட்டுமொத்த நகர்ச்சிக்கு அது பயன்படுகின்றது.

ரும்போர்ட், தன் கவனிப்பை எடுத்துரைக்கும் பொழுது, வெகு சில விஞ்ஞானிகளே அவரை நம்பினர். ஒரு பொருளை உருவாக்கப் பயன்படும் கண்ணுக்குத் தெரியாத அதன் அடிப்படை துகள்களின் நகர்வு அவர்களுக்கு வேடிக்கையாகத் தெரிந்தது. கண்ணுக்குத் தெரியாமல் ஒரு பொருளின் துகள் நகரும் என்பதை அவர்களால் ஏற்றுக்கொள்ள முடியவில்லை.

1803ல், நம்போர்டின் ஐந்து வருட சோதனைகளுக்குப் பிறகு, ஆங்கில வேதியியலாளரான ஜான் டால்டன் மற்றொரு கருத்தை முன் வைத்தார். விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்து சொல்லும் உண்மைகளை, ஒரு பொருள் உருவாவதற்கான அடிப்படை சிறு துகள்களான 'அணுக்களை' வைத்து விளக்க முடியும் என்று காண்பித்தார்.

அணுக்களை கண்களால் பார்க்க முடியாது. இருந்தும் அவை விஞ்ஞானிகளுக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. அதிகப்படியானவர்கள் அணுக்களின் இருப்பை ஒப்புக்கொள்ள ஆரம்பித்தனர்.

அணுக்கள் எப்படி இருக்கும் என்பதை தெரிந்துகொள்ள, விஞ்ஞானிகள் மிகவும் துரிதமாக, கவனமாக சில சோதனைகளை நடத்தினார்கள். வருடங்கள் உருண்டோட, அணுக்களை பற்றிய அவர்களின் புரிதல் அதிகமாகிக்கொண்டே இருந்தது. வெப்பம் என்பது அணுக்களின் சிறிய நகர்வினால் உண்டாகிறது என்பது அவர்களுக்கு ஒரு அர்த்தமுள்ள உணர்வை ஏற்படுத்தியது. வேகமாக எல்லா திசையிலும் அணுக்கள் நகர்ந்தால், ஒரு பொருளின் வெப்பம் அதிகமாக இருக்கும்.

ஒரு பொருள் எவ்வளவு சூடாக இருக்கின்றது என்பதை கண்டுபிடிக்க, வெப்பமானி என்ற கருவியை பயன்படுத்தலாம். 1800ல், சிறந்த வெப்பமானிகள் சூட்டை அளக்க கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவை விஞ்ஞானிகளுக்கு ஆற்றலை பற்றி ஆராய மிகவும் உறுதுணையாக இருந்தது.

வெப்பம் ஒரு வகையான இயக்க ஆற்றல் என்பதை கண்டறிந்த பின், விஞ்ஞானிகள், இயந்திர ஆற்றல் காப்பு கோட்பாட்டை மறு பரிசீலனை செய்தார்கள். தொடக்கத்தில், இயக்க ஆற்றல் முற்றிலுமாக நிலை

ஆற்றலாக அல்லது மாறாக, மாறாமல் போனதற்கு உராய்வினால் இயக்க ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாறியதை அவர்கள் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளாததுதான் காரணம். அதுமட்டும் இல்லாமல், இயக்க ஆற்றல் நிலை ஆற்றலாக அல்லது மாறாகத் தான் மாறும் என்ற அவசியம் இல்லை. சாதாரண இயக்க ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாகவும் மாறலாம். அதைப் போல் வெப்ப ஆற்றல் இயக்க ஆற்றலாக மாறலாம். உதாரணத்துக்கு, கொதிக்கும் நீர் உள்ள பாத்திரத்தின் மூடி, நீர் அதிகப்படியாக சூடேறி, கொதிக்கும் பொழுது, அதன் மூடியை மேலும் கீழுமாக ஆடுவதை பார்க்கலாம்.

இதைத் தவிர்த்து ஆற்றலுக்கு பல வடிவங்கள் இருக்கின்றன. ஒளி, ஒலி, மின்னோட்டம், காந்த சக்தி போன்றவைகளால் கூட ஒரு வேலையை செய்ய முடியும். இவைகளும் ஆற்றலின் ஒரு வடிவம் தான். இவை அனைத்தும் ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாறக்கூடியவையே. மின்னோட்டம் ஒரு ஒளிவிளக்கில் ஒளியை உண்டு பண்ணுகிறது, ஒலி எழுப்பானில் ஒளியை உண்டு பண்ணுகிறது. மின்னோட்டம் காந்த சக்தியை உருவாக்கும். காந்த சக்தி மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும். வெப்பம், வெளிச்சம் மற்றும் இயக்கம், மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும்.

வேதிபொருட்கள் வெடிக்கும் பொழுது ஒலி மற்றும் இயக்க ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகிறது. அவை எரியும் பொழுது ஒளி வெளிப்படுகிறது மற்றும் வெப்பத்தையும் வெளிப்படுத்துகிறது. எனவே வேதி ஆற்றல் என ஒன்றும் இருக்கின்றது. ஒளி, வெப்பம் மற்றும் இயக்க ஆற்றல் ஒரு பொருளில் வேதியியல் மாற்றங்களை நிகழச் செய்து வேதியியல் ஆற்றலை உண்டுபண்ணுகிறது.

1880களின் மத்தியில், ஆற்றலின் பலதரப்பட்ட வடிவங்களை கணக்கில் வைத்துக்கொண்டே அதைபற்றிய ஒரு அர்த்தமுள்ள புரிதலை பெறமுடியும் என்று தெளிவாக உணர்ந்தனர்.

4. ஆற்றல் பாதுகாப்பு

ஒரு பெரிய கேள்வி இருக்கின்றது. இவ்வுலகத்தில் காணப்படும் அனைத்து வடிவ ஆற்றலையும், நாம் கூட்டினால், அதன் கூட்டுத்தொகை எப்பொழுதும் மாறாமல் இருக்குமா? ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு ஆற்றல் மாறும் பொழுது, ஏதேனும் ஆற்றல் காணமல் போகுமா? இல்லை புதிதாக ஆற்றலின் ஒரு தொகுதி திடீரென்று தோன்றுமா?

இந்த கேள்வியை முதலில் ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்டவர், ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியான ஜூலியஸ் ராபர்ட் மேயர். தொலை தூரம் பயணம் சென்று நிலத்தை அடையும் ஒரு கப்பலில் மருத்துவராக பணி புரிந்த அவருக்கு, இந்த கேள்வியை பற்றி சிந்திக்க அதிக நேரம் இருந்தது.

ஒரு வேளை, இயக்க ஆற்றல், எப்படி நிலை ஆற்றலாகவ இல்லை மறுபடியும் இயக்க ஆற்றலாகவோ மாறுகிறது என்பதை அளவிட முடியுமென்றால், இயந்திர ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாறுவதையும் அளக்க முடியும் என்று அவருக்குத் தோன்றியது. 1840ல், ஒரு சோதனையாக, குதிரையினால் இயங்கும் ஒரு இயந்திரத்தைக் கொண்டு, ஒரு பெரிய பானையில் உள்ள தடிமமான கூழ்மக் கலவையை கலக்கினார். அந்தக் குதிரை எவ்வளவு ஆற்றலை செலவிட்டதென்பதையும், எவ்வளவு வெப்பம் அந்த கலவையில் உருவானதென்பதையும் அவர் கணக்கிட்டார். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தை உருவாக்க எவ்வளவு இயந்திர ஆற்றல் வேண்டுமென்பதை அளக்கும் பொழுது, 'வெப்ப இயந்திர சமானம்' என்ற ஒன்றை அவர் அளவிட்டார். 1842ல், அவர் எழுதிய

ஆய்வுக் கட்டுரையில் இதைப்பற்றி அவர் தெளிவாக விளக்குகிறார்.

மேயரின் கோட்பாடு சொல்வதென்னவென்றால், சூரியனிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றல், வேதி ஆற்றலாக மாறி, செடி கொடிகளை வளர வைக்கின்றது. வளர்ந்த செடிகொடிகளை, விலங்குகள் சாப்பிடும் பொழுது, செடிகளின் உள்ளே இருக்கும் வேதியாற்றல், விலங்குகள் உடம்பின் வேதியாற்றலாக மாறுகின்றது. சூரிய வெப்பத்தினால் ஆவியாகும் கடல் நீரானது, மழையாக பொழிந்து ஆறாக மாறுகின்றது. அப்படியாக, சூரிய வெப்ப ஆற்றலானது, ஓடும் தண்ணீரின் ஆற்றலாக மாறுகின்றது.

சூரிய ஒளியினால் வெளிப்படும் ஆற்றலானது, கடல் நீரை மட்டும் சூடேற்றி ஆவியாக்காமல், கூடவே சுற்றி இருக்கும் காற்றையும் சூடாக்கி அதன் எடையை குறைக்கின்றது. இதனால் அதிக எடை உள்ள காற்று, குறைந்த எடை உள்ள காற்று திசையை நோக்கி வரும். இதன் மூலம் சூரிய ஆற்றல், காற்றாற்றலாகவும், கடலோட்ட ஆற்றலாகவும் மாறுகின்றது.

சூரியனிலிருந்து ஆற்றல் பெறும் செடியானது, சிலநேரங்களில் மக்கிப்போய், மண்ணுக்கடியில் நிலக்கரியாக மாறுகின்றது. அப்படி நிலத்துக்கடியில், பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னால் மடிந்து, புதைந்து, மக்கிப்போய் நிலக்கரியாக மாறியதை எடுத்து எரித்து, அந்த வேதியாற்றலை இயக்க ஆற்றலாக மாற்றி அதிலிருந்து இன்று நாம் மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்கின்றோம். இவை அனைத்தையும் சூரிய சக்தியின் மாற்று வடிவங்களாக நாம் காணலாம்.

கடலிலும், மண்ணிலும், மடிந்து, புதைந்து, மக்கிப்போன விலங்குகளின் வாயிலாகத்தான் நாம் இன்று பெட்ரோலியத்தைப் பெறுகின்றோம். அந்த விலங்குகள் உடம்பிலிருந்த வேதியாற்றல், சூரிய சக்தியிலிருந்து பெறப்பட்டது.

ஒரு வேளை ஆற்றல் ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாறுமென்றும், அதன் கூட்டுத் தொகை மாறாமல் அப்படியே இருக்கும் என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். அப்படியென்றால், ஆற்றல் முற்றிலுமாக பாதுகாக்கப்படுகின்றது. அவர் எழுதிய அந்த ஆய்வுக்கட்டுரை, 'ஆற்றல் பாதுகாப்பு' பற்றியதேயாகும்.

மேயருக்கு, தன் கோட்பாட்டின் மீது மக்களின் கவனத்தை ஈர்ப்பதில் அதிகப்படியான சிரமங்கள் இருந்தன. பெரும்பாலானோர், அவர் கூறிய கோட்பாட்டை படித்து விட்டு, தூரத்துக்கிப் போட்டார்கள். பிறகு என்ன? சூரியனிலிருந்து வெளிப்படும் சக்தி, எவ்வளவு என்று யாருக்குத் தெரியும், அதில் எவ்வளவு காற்றாகவும், கரியாகவும் மமாறியதென்று யாருக்குப் புரியும்? மேயரின் கோட்பாட்டை, ஒரு உயிரோட்டமுள்ள கற்பனையாக எல்லாரும் எள்ளி நகைத்தார்கள்.

தன் ஆய்வை மதிக்காத மக்களை நினைத்தும், குடும்பத் தகராறுகளினாலும், மனமுடைந்துபோன மேயர், 1849ல் ஒரு கட்டிடத்தின் மூன்றாவது மாடியிலிருந்து குதித்து தற்கொலை செய்து கொள்ள முயற்சித்தார். ஆனால், கால்கள் உடைந்து போய், மனநல மருத்துவ மனையில் அனுமதிக்கப்பட்டார். சிலகாலம் கழித்து வெளியேறிய அவர், மேற்கொண்டு எவ்வித அறிவியல் ஆய்வினிலும் ஈடுபடவில்லை.

1860களில், அவரது ஆராய்ச்சி முடிவுகளின் முக்கியத்துவத்தை பெரும்பாலான விஞ்ஞானிகள் புரிந்து கொண்டு அவரை பெருவாரியாக பாராட்டினார்கள். 1871களில் விஞ்ஞானிகளுக்கு வழங்கப்பட்ட உயரிய விருதான, 'கோப்டே பதக்கம்' அவருக்கு வழங்கப்பட்டது.

அவரது ஆய்வு, பெரும் கவனத்தை ஈர்க்காமல் போனதற்கு காரணம், தன் கோட்பாடை நிரூபிக்க அவர் செய்த ஒரே ஒரு சோதனை தான். குதிரையை கொண்டு தடிமக் கலவையை கலக்கி நடத்திய அந்த ஒரே ஒரு சோதனை தான்.

இதே பிரச்சனையை, வேறு வழியில், ஆங்கில விஞ்ஞானியான, ஜேம்ஸ் பிரஸ்காட் ஜூல் அணுகினார். மோசமான, நோய்வாய்ப்பட்ட குழந்தைப் பருவம் அவருடையது. இருப்பினும் நல்ல விலை போகும் மதுபானங்களை தயார் செய்யும் ஒரு பணக்காரரின் மகனாக அவர் இருந்தார். எனவே தனியாக வீட்டில் வைத்து கல்வி கற்றுக் கொடுத்தார்கள். சொந்தமாக ஒரு சோதனைக்கூடத்தையும் அமைத்துக்கொடுத்தார்கள்.

1840ல், பொருட்களை அளவிடுதலில் அவருக்கு ஏற்பட்ட ஆர்வம் காரணமாக, ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலை பயன்படுத்தும் பொழுது, எவ்வளவு வெப்பம் வெளிப்படும் என்பதை அவர் அளவிட முயன்றார். ஏறத்தாழ, ஆற்றலின் அனைத்து வடிவங்களையும் ஒவ்வொன்றாக பயன்படுத்தி, வெளிப்படும் வெப்பத்தை அவர் அளவிட்டார்.

தண்ணீரையும், பாதரசத்தையும், துடுப்புக் கொண்டு கடைந்து பார்த்தார். தண்ணீரை, ஒரு சிறிய துளையில், அதிக அழுத்தம் கொண்டு வெளியேறச் செய்து, துளையுடன் அதற்கு ஏற்படும் உராய்வு மூலம், எவ்வளவு வெப்பம்

வருகின்றது என்று பார்த்தார். அதீத அழுத்தத்துடன் விரிவடைந்து வெளியேறும் வாயுவை, மீண்டும் அழுத்தினார். பல்வேறு பொருட்கள் மீது மின்சாரத்தை செலுத்தி எப்படி அவை சூடேறுகிறது என்று பார்த்தார்.

இப்படிப்பட்ட, அளவிடுதலில் அவருக்கு ஏற்பட்ட காதலானது, தன் தேநிலவிலும் அவரை இப்படிப்பட்ட சோதனைகளில் ஈடுபட வைத்திருந்தது. தன் மனைவியுடன் ஒரு நீர்வீழ்ச்சிக்கு சென்ற அவர், அங்கேயும், மேலே மற்றும் கீழே உள்ள தண்ணீரின் சூட்டின் அளவை, வெப்பமானியைக் கொண்டு அளவிட்டுக்கொண்டிருந்தார். ஒரு வேளை மேலிருந்து கீழே விழும் தண்ணீரின் ஆற்றல் வெப்பமாக மாறியிருந்தால், விழுந்தோடிய தண்ணீரின் வெப்பம் எவ்வளவாக இருந்திருக்கும் என்பதில் அவருக்கு ஆர்வம் இருந்தது.

1875ன் முடிவல், மேயரின் ஆய்வுக்கட்டுரை வெளிவந்து ஐந்து வருடம் ஆன பின், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலானது, அது எந்த வடிவத்தில் இருந்திருந்தாலும் சரி, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பமாகத்தான் முடிகின்றது என்று ஜூல் தன்னை சமாதானப்படுத்திக்கொண்டார். மேயரைக்காட்டிலும், ஜூலின் 'வெப்ப இயந்திர சமானம்' பற்றிய சோதனை முறைகள் மிக நேர்த்தியாகவும், சரியாகவும் இருந்தது. ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாறும் ஆற்றலானது, எதையும் இழக்கவில்லை, மேலும் எதையும் பெறவில்லை, என்ற ஜூலின் கோட்பாட்டின் இன்னொரு பரிமாணம், ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியில் மிகச் சரியாக பொருந்தியது.

ஜூல் தனது கண்டுபிடிப்புகளை ஆய்வுக்கட்டுரையாக மாற்றி, அறிவியல் பதிப்பகங்களுக்கு அனுப்பிவைத்தார். ஆனால் சரியான கல்விமுறையில் படித்திருக்காத

காரணத்தால் அவரது முடிவுகளை ஏற்றுக்கொள்வதில் விஞ்ஞானிகளுக்கு குழப்பம் இருந்தது. மேலும் அந்த நேரத்தில், தன் பணக்கார தந்தையின் மரணத்திற்கு பிறகு, மதுபான தொழிற்சாலையை வழி நடத்தும் பொறுப்பு, ஜூலிடம் ஒப்படைக்கப்பட்டது.

ஜூலின் தம்பி ஒரு செய்தி அச்சகத்தில் வேலை செய்து கொண்டிருந்ததால், சில செய்தித்தாள்களில், அவரது கண்டுபிடிப்புகளை பற்றிய சில துணுக்குகள் வெளிவந்தது. அதே நேரத்தில் ஜூலும் சில இடங்களில் சொற்பொழிவுகளை நடத்த, விஞ்ஞானிகள் மத்தியில் அவரது கோட்பாடுகள் பிரபலம் அடையத்தொடங்கியது. ஓரிரு ஆண்டுகளில் அவரது கண்டுபிடிப்புகள் மிக முக்கியமானவையாக கருதப்பட்டன. அதன் பின், ஜூலின் ஆய்வுக்கட்டுரை பதிப்பகத்தில் அச்சாகிக்கொண்டிருந்த அதே நேரத்தில், ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியான, ஹெர்மன் வான் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், ஆற்றல் நிச்சயமாக பாதுகாக்கப்படுகின்றது என்ற முடிவுக்கு வந்திருந்தார். 1847ல், தன் முடிவுகளை விளக்கி ஒரு ஆய்வு கட்டுரையாக அவர் சமர்ப்பித்தார்.

ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் ஒரு பேராசிரியர். இருந்த பொழுதும் அவர் கட்டுரை வெளியாவதில் பல சிக்கல்கள் இருந்திருந்தது. கடைசியில் அவரது கண்டுபிடிப்புகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டன. மேயர், ஜூல் மற்றும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ், 1840 களில் மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியானது, ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியை தெளிவாக அமைப்பதில் பேருதவியாக இருந்தது. ஆற்றல் ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாறும். ஆனபோழுதிலும், இப்பிரபஞ்சத்தில் இருக்கும் ஆற்றலானது எப்பொழுதும் மாறாதது, என்ற கருத்தை அந்த விதி நிறுவுகின்றது.

‘வெப்ப இயக்கவியல்’ எனும் அறிவியலின் ஒரு பிரிவானது, எப்படி ஆற்றல் ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கு மாறுகிறது என்பதையும், எப்படி அனைத்து ஆற்றலையும் வெப்பமாக மாற்ற முடியும் என்பதையும், வெப்பம் ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்துக்கு எவ்வாறு செல்லும் என்பதையும், தெளிவுபடுத்துகிறது.

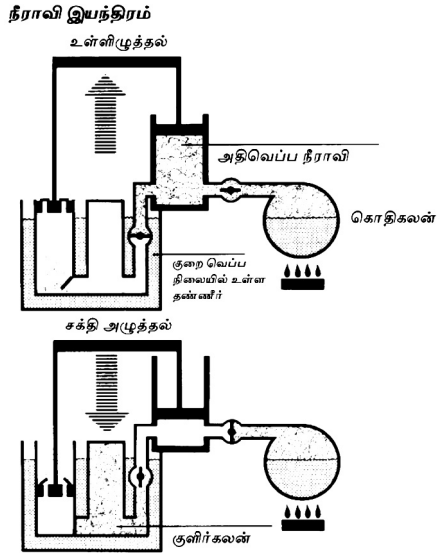
அறிவியல் கோட்பாடுகளுக்கு இணங்கிய அனைத்தும், ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியைத் தான் அதிகப்படியாக நம்பி இருக்கிறது. இதன் காரணமாகவே, அவ்விதியை, வெப்ப இயக்கவியலின் முதற் விதி என்று சொல்வதுண்டு. இவ்விதி தான் பிரபஞ்சம் எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்று புரிந்துகொள்வதில் முக்கிய பங்கு வகிப்பதாக விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள்.

மக்கள் ஆற்றலின் பாதுகாப்பை அறிந்த பிறகு, மாய மந்திரங்களை நம்புவதில் பயனில்லை என்று உணர ஆரம்பித்தார்கள். அப்படி என்றால், எப்படி கற்கள் நடமாடின? எப்படி காற்றில் கம்பளங்கள் பறந்தன? எப்படி காற்றின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு மறைந்து தோன்ற வழி இடப்பட்டன? இதற்கெல்லாம் ஆற்றல் எங்கிருந்து வந்தது?

5. என்ட்ரோபி

ஒரு வேளை நம்மிடம் ஆற்றல் தரக்கூடிய ஒரு மூலப்பொருள் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அதை மட்டும் வைத்துக்கொண்டு எப்படிப்பட்ட ஒரு வேலையையும் செய்து விட முடியுமா? எப்படி பார்த்தாலும் ஒரு வடிவத்திலிருக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டு ஒரு வேலை செய்யும் பொழுது, அந்த ஆற்றல் மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாறும்.

மாறிய ஆற்றலின் வடிவத்தை முதலில் இருந்த ஆற்றலின் வடிவமாக மாற்றினால் நாம் செய்ய நினைக்கும் வேலையை எந்த வித தடங்களும் இன்றி ஆரம்பத்தில் கிடைத்த ஆற்றலின் மூலத்தை வைத்துக்கொண்டே தொடர்ச்சியாக செய்துகொண்டிருக்கலாமே. ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியின் படி, இது சாத்தியம்தானே. ஆனால் நிஜத்தில் நம்மால் அப்படியொன்றை செய்ய இயலுமா?



நிச்சயமாக முடியாது. ஆற்றல் காணாமல் போவதில்லை. அதற்காக நம்மால் ஆற்றலை அப்படியே வேலையாக மாற்ற இயலாது.

இதை முதலில் கவனித்தவர், பிரஞ்சு விஞ்ஞானியான, நிகோல கார்நோ. 1824ல், ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதி கண்டுபிடிக்கப்

படுவதற்கு முன்னரே, அவர் இம்முடிவுக்கு வந்தார். அவர் அப்படிப்பட்ட சட்டம் இருந்ததை பற்றி ஆய்வு செய்ய முயற்சிக்கவில்லை. அதை விட சிறிய பிரச்சனைகளில் அவர் கவனம் செலுத்தினார். 1824களில், நீராவி இயந்திரங்களின் பயன்பாடு அதிக அளவில் இருந்தது. அதில், தண்ணீரை கொதிநிலைக்கு கொண்டு போய், அதனால் உருவாகும் நீராவியை, ஒரு கனமான பாத்திரத்தில், உயர் அழுத்தத்தில் வைத்து, சிறிய துளை வழியே விரிவடைய வைத்தால், அதன் அருகே வைத்திருக்கும் பொருளான, கம்பிகள், சுழல் சக்கரங்களை இயக்கும். அதன் மூலம் அது ஒரு வேலையைச் செய்யும்.

கார்நோவின் காலகட்டத்தில், நீராவி இயந்திரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு ஐம்பது ஆண்டுகள் ஆகியிருந்தது. பலதரப்பட்ட மாற்றங்களை செய்து அதனை மேம்படுத்தியும், அதன் திறன் அவ்வளவு சிறப்பாக இல்லை. நீரை கொதிக்க வைக்க, கரியை எரித்து பெறப்பட்ட ஆற்றலானது, ஒரு வேலையை செய்ய பயன்படுகிறது. இருப்பினும், கரியை எரித்ததினால் கிடைத்த ஆற்றலில் ஐந்து சதவீதமே, வேலையாக மாற்றப்பட்டது. மீதமுள்ள 95% ஆற்றல், அதன் சுற்றுப்புறத்தை சூடாக்குவதில், செலவானது.

கார்நோ இந்த சிக்கலை விடுவிக்க ஏதேனும் செய்ய முடியுமா என்று யோசித்தார். ஒரு நீராவி இயந்திரத்தில், எந்தவித வெப்பமும் இழக்கப்படுவதில்லை என்று வைத்துக்கொண்டால் கூட, அவரது கணக்குகள் வெப்பத்தை முழுவதுமாக வேலையாக மாற்ற முடியாது என்றே கூறியது.

நீராவி இயந்திரத்தில், நீராவியானது, உயர் வெப்பநிலையில், கொதிகலனில் இருக்கின்றது. சாதாரண நீரோ, குறைந்த வெப்பநிலையில், குளிக்கலனில்

இருக்கின்றது. சாதாரண நீரை, கரியை எரிப்பதினால் கிடைக்கும் வெப்பத்தைக் கொண்டு சூடேற்றி, அதனை ஆவியாக கொதிகலனில் மாற்றுகின்றனர். பின்பு அந்த நீராவியை, குளிர் நீரை ஊற்றி, குளிர்வித்து, மீண்டும் தண்ணீராக குளிர்கலனில் மாற்றுகின்றனர்.

இந்த இரண்டு கலங்களில் காணப்படும் வெப்பத்தின் வித்தியாசம் தான், வேலையாக மாற்றப்படும், ஆற்றலின் அளவு என்று கார்நோநிரூபித்துக்காட்டினார். கலங்களில், அதிக/குறைந்த வெப்ப வித்தியாசம் காணப்பட்டால், அதிக/குறைந்த அளவு ஆற்றல் வேலையாக மாற்றப்படுகின்றது. அனால் முற்றிலுமாக இல்லை. ஒருவேளை இரண்டு கலங்களும் ஒரே வெப்ப நிலையில் இருந்தால், எப்படி பட்ட வெப்பத்தில் அந்த நீராவி இயந்திரம் இருந்தாலும், ஒரு வேலையையும் செய்ய இயலாது. இதை, செய்முறை சோதனை மூலமும் நாம் நிரூபிக்கலாம்.

இந்த நேரத்தில், எதிர்பாராதவிதமாக, கார்நோ இறந்துவிட்டார். அவரின் இளம்பருவத்தில் நடந்த இந்த நிகழ்வினால், அவரது ஆராய்ச்சி சிறிது காலத்திற்கு தொடரப்படவில்லை. 1850களில் கார்நோவின் கண்டுபிடிப்புகள் பெரும்பாலானோரின் கவனத்தை இழுத்தது. ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியான, ருடால்ப் கிலாசியஸ், அவரது கருத்துக்களை ஆராயாதொடங்கினார்.

அவரது ஆராய்ச்சியில், நீராவி இயந்திரத்தின் சூடு மற்றும் அதில் காணப்படும் வெப்ப வித்தியாசத்தினால் உண்டாகும் ஆற்றலின் வடிவத்தையும், அதனால் செய்யக்கூடிய வேலையையும் மட்டும் கணக்கில் கொள்ளாமல், பலதரப்பட்ட ஆற்றலின் வடிவங்களையும், அதனால் செய்யக்கூடிய வேலையின் அளவீடுகளையும்

கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டார். (கிலாசியஸ் தான் 'வேலை' என்ற வார்த்தையை மிகச்சரியாக கணித வடிவத்தில் விவரித்த முதல் விஞ்ஞானி).

ஆற்றலை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குவிக்காத வரையில், நம்மால் ஆற்றலை முற்றிலுமாக வேலையாக மாற்ற இயலாது என்பதை கிலாசியஸ் கண்டறிந்தார். ஆற்றல் அனைத்து பகுதியிலும் பரவி இருந்தால், நமக்கு தேவையான இடத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் வேலையின் அளவானது மிகக்குறைவாகத்தான் இருக்கும். சில நேரங்களில் நம்மால் எந்த வித வேலையையும் செய்ய இயலாமல் போய்விடும்.

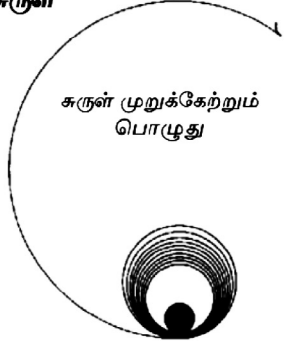
முறுக்கேற்றப்பட்ட கடிகாரத்தில், அதிகப்படியான ஆற்றல், அதில் இருக்கும் சுருளில் சேமிக்கப்பட்டிருக்கும். அந்தச் சுருளானது, கடிகாரங்களில் உள்ள முட்களை திருப்புவதில் அதன் ஆற்றலை செலவழிக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் கழித்துப்பார்த்தால், அந்தச் சுருளானது, தன் ஆற்றலை இழந்து, அந்த கடிகாரத்தின் மற்ற பகுதிகளின் ஆற்றலின் அளவுக்கு நிகராக வந்திருக்கும். அந்நிலையை அது அடைந்த பிறகு, அதனால், அந்த கடிகார முட்களை மேலும் நகர்த்த இயலாது. கடிகாரம் நின்று விடும். மீண்டும் அந்த கடிகாரத்தில் உள்ள, சுருளை முறுக்கேற்றும் வரை, அந்த கடிகாரம் ஓடாது.

கிலாசியஸ், பலதரப்பட்ட கணித வழிமுறைகளை பயன்படுத்தி, ஆற்றலின் அளவு எவ்வாறாக ஒரு இடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்கு பரவுகிறது என்காட்டினார். அது பரவும் அளவை, அவர் 'என்ட்ரோபி' அன்று அழைத்தார். ஒரு சாதனத்தில், ஆற்றல் பரவுகிறது என்றால், அதன் என்ட்ரோபி அதிகமாக இருக்கும். ஒரு சாதனத்தின் பகுதியில் உள்ள ஆற்றலின் நிலை, அதிகப்படியான ஆற்றல்

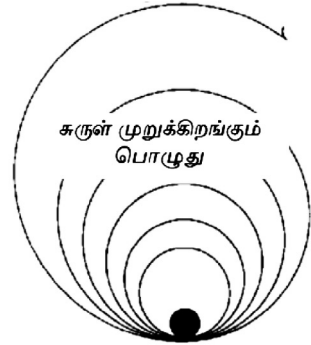
பரவுதலின் பொழுது மாறாமல் இருக்குமானால், அதன் என்ட்ரோபியின் அளவு அதிகபட்சமாக இருக்கும்.

1852ல் கிலாசியஸ், என்ட்ரோபி எப்பொழுதும் உயர்ந்து கொண்டும், ஆற்றல் எப்பொழுதும் பரவிக்கொண்டும் தான் இருக்கும், என்று நிரூபித்தார். செய்முறையை தலைகீழாக மாற்றி, ஆற்றலை திரும்ப ஒரு இடத்தில் குவிக்க எண்ணினால் கூட, அதற்கு நீங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலை செலவிட வேண்டும். உதாரணத்துக்கு, அந்த முறுக்கேற்றப்பட்ட கடிகாரத்தில், சுருளில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலை விடுவிக்க நீங்கள் செய்யும் ஒரு வேலைக்கு தனியே ஆற்றல் தேவை படுகின்றது.

சுருள்



என்ட்ரோபியை குறைப்பதற்காக, ஆற்றலை குவிக்க என்னும் பொழுதெல்லாம், வேறொரு இடத்தில் ஆற்றல் செலவிடப்பட்டு, அங்கே என்ட்ரோபியின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. சுருள் முனையில், முறுக்கேற்றும் பொழுது குறையும் என்ட்ரோபியின் அளவானது, முறுக்கேற்ற செலவிடப்படும் ஆற்றலின் இடத்தில் (நம்மிடத்தில். நாம் தான் சுருளை முறுக்கேற்ற ஆற்றலை செலவிடுகின்றோம்) அதிகரிக்கின்றது. ஒருங்கிணைந்த அமைப்பாக



அந்த முறுக்கேற்றப்பட்ட கடிகாரத்தையும், நம்மையும் பார்த்தால், என்ட்ரோபியின் கூட்டுத்தொகையானது அதிகரிக்கத்தான் செய்கின்றது.

அப்படிப்பார்த்தால், இந்த உலகமே ஒரு முறுக்கேற்றப்பட்ட கடிகாரம் போலத்தான் என்று வைத்துக்கொண்டால், அதன் என்ட்ரோபியின் அளவானது உயர்ந்து கொண்டே சென்று, ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்தில், இந்த பூமியானது நிற்கவேண்டும்.

ஆனால் அப்படி எதுவும் நடக்கவில்லை. ஏனென்றால் பூமியின் ஆற்றலை புத்துணர்வூட்ட சூரிய சக்தி பயன்படுகின்றது. அதன் சக்தியானது பலகோடி நூற்றாண்டுகள் தாண்டியும் கிடைக்கக் கூடியது.. ஒருவேளை அத்தனை காலம் கடந்த பிறகு, சூரிய சக்தியை நாம் இழந்துவிடுவோமா என்று கேட்டால், நிச்சயமாக இழப்போம் என்று கிலாசியஸ் நினைத்தார். இந்த பிரபஞ்சத்தில் உள்ள அனைத்து நட்சத்திரங்களும், அதன் உள்ளே சேமித்திருக்கும் ஆற்றலை வெளிப்படுத்தி, பரவச் செய்து, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், இப்பிரபஞ்சத்தின் என்ட்ரோபியின் அளவு அதிகமாகிப்போய், எவ்வித வேலையையும் செய்ய இயலாமல், நின்றுபோகும்.

ஆற்றல் இவ்வாறாக பரவிச்செல்லும் பொழுது, அதனால் செய்யக்கூடிய வேலையின் அளவானது, குறைந்து போகும் என்ற இந்தவிதி, வெப்ப இயக்கவியலின் முக்கியமான ஒன்றாகும். ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியைக் காட்டிலும் இது முக்கியமில்லை என்ற காரணத்தாலும், அதேசமயம், ஆற்றல் பரவி, என்ட்ரோபி உயர்ந்து அனைத்தும் பொருட்களும் செயலிழக்கும் என்ற முக்கியக் கூற்றாலும், இது, 'வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் சட்டம்' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

6. அணு ஆற்றல்

ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்பு, பூமியில் காணப்பட்ட அனைத்து வகை அற்றல் சம்பந்தப்பட்ட பிரச்சனைகளையும் விவரிக்க, அது ஏதுவாக இருந்தது. எப்படி ஆற்றல் ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாறுகின்றது என்றும், ஆற்றல் எங்கிருந்து தொடருகிறது என்றும் நம்மால் அறிந்து கொள்ள முடிந்தது.

எரிமலைகள், நிலஅதிர்வு போன்றவைகளுக்கு ஆற்றல், பூமிக்கு அடியில் இருக்கும் வெப்பம் மூலமாக அமைகின்றது. கடல் பரப்பில் காணப்படும் கடல் அலை சீற்றங்களுக்கு தேவையான ஆற்றலானது, இப்பூமி சுற்றுவதினால் கிடைக்கின்றது.

பூமியில் காணப்படும் அதிகப்படியான ஆற்றலும் அதன் வடிவங்களும், சூரிய ஆற்றலிலிருந்து பெறப்பட்டவை. சூரியனின் ஒளி, பல கோடி வருடங்களாக பூமியின் மீது விழுந்து ஆற்றலாட்டுகிறது. இது மனிதன் பூமியில் வாழ ஆரம்பித்த ஆண்டுகளுக்கு முன்பிலிருந்தே நடந்துக் கொண்டிருக்கின்றது. அப்படிப்பட்ட ஆற்றல் சூரியனுக்கு எங்கிருந்து வந்தது?

ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதி பூமிக்கு மட்டும் தான் பொருந்துமா? சூரியனுக்கு அப்படியென்றால் திடீரென்று தானாக ஆற்றல் கிடைத்ததா?

ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியை கண்டுபிடித்த மூவருள் ஒருவரான, ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ், 1854ல் இதைப்பற்றி யோசிக்க ஆரம்பித்தார். சூரியனுக்கு ஆற்றல் ஏதேனும் ஒரு இடத்திலிருந்து தான் கண்டிப்பாக வந்திருக்க வேண்டும் என்று அவர் எண்ணினார். சூரியன் தானே கொழுந்து விட்டு

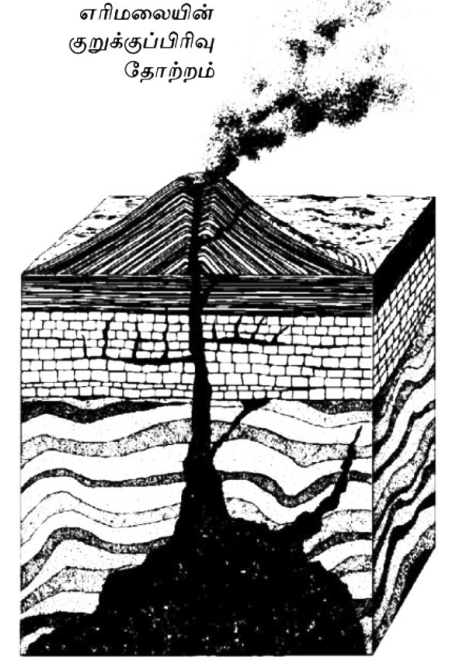
ஆற்றல்

தொடர்ந்து எரிவதற்கு வாய்ப்பு இருப்பதாக தெரியவில்லை. ஒரு சாதாரண வேதியாற்றல், சூரியனை குறைந்தது ஒரு ஆயிரம் வருடத்துக்கு மேல் வேண்டுமானால் எரிவதற்கு தேவையான சக்தியை கொடுத்திருக்கும்.

ஒரு வேளை, விண்வெளியில் காணப்படும் எறிகற்கள், சூரியனில் மோதுவதால், அதன் இயக்க ஆற்றல் சூரிய சக்திக்கு காரணமாக அமைந்திருக்குமோ என்று பார்த்தால், அதுவும் ஒரு சாத்தியமில்லாத ஒன்றாகத்தான் தெரிகின்றது. ஏனென்றால், அப்படி விழும் விண்-எறிகற்களால் சூரியனின் எடை கூடிக்கொண்டே போகும். அப்படி கூடிக்கொண்டே சென்றால், பூமியின் மீது சூரியனின் ஈர்ப்பானது, அதிகமாகிக்கொண்டே போகும். அது சூரியனை சுற்றி வரும் பூமியின் வேகத்தை ஏற்றிக்கொண்டே சென்றிருக்கும். அனால் அப்படி நடந்ததாக ஒன்றும் தெரியவில்லை.

இதை யோசித்த ஹெல்ம்ஹோல்ட்டஸ், சூரியனின் அளவு ஒருவேளை சுருங்கிக்கொண்டே சென்றிருக்குமோ, என்று எண்ணத்தொடங்கினார். சூரியனின் பாகங்கள், அதன் மையத்தை நோக்கி விழுமேயானால், அந்த வேகத்தினால்

எரிமலையின் குறுக்குப்பிரிவு தோற்றம்



கிடைக்கும் இயக்க ஆற்றலானது, சூரிய சக்திக்கு மூலமாக இருந்திருக்கலாம். அது உண்மையெனில், சூரியனின் எடை மாறுவதற்கு வாய்ப்பில்லை.

சூரியனின் அளவு சிறுத்தல் தான் அதன் ஆற்றலுக்கு மூல காரணமாக இருக்கின்றது, என்பதை, அதிகப்படியான விஞ்ஞானிகள் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதி வரை நம்பினார்கள். இருந்தும், ஏனைய விஞ்ஞானிகளால் இந்தக்கூற்றை ஏற்றுக்கொள்ள முடியவில்லை.

ஏனென்றால், மேற்படி கூற்றை உண்மை என்று எடுத்துக்கொண்டால், பல கோடி நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னால், சூரியனின் விட்டம் மிகப்பெரிதாக இருந்திருக்க வேண்டும். அது உண்மையானால், இன்று இருக்கும் பூமியானது, அன்று சூரியனிற்கு உள்ளே இருந்திருக்க வேண்டும். பல காலம் கழித்து, சூரியனின் விட்டம் குறைந்த பிறகே, பூமி இன்றிருக்கும் இடத்திற்கு வந்திருக்க வேண்டும். அது உண்மையானால், சூரியனின் வயதைக்காட்டிலும், பூமியின் வயது மிகக்குறைந்ததாகவே இருந்திருக்க வேண்டும். பூமியின் கட்டமைப்பை பற்றி படிக்கும் விஞ்ஞானிகள், இதனை திட்ட வட்டமாக மறுக்கிறார்கள். பூமியின் வயது சூரியனின் வயதிற்கு ஏறத்தாழ நிகரானதாகத்தான் இருப்பதாக அவர்களது அளவீடுகள் சொல்கின்றன.

1896ல், பிரெஞ்சு விஞ்ஞானியான, ஆன்டோநியோ ஹென்றி பெக்கொரெல், அரிய உலோகமான யுரேனியம் 'கதிரியக்கம்' நிறைந்ததாக இருப்பதை கண்டுபிடித்தார். அதிலிருந்து சிறிய துகள்கள், அணுவை விட சிறியவை, அதீத இயக்க ஆற்றல் கொண்டதாக இருப்பதாகவும், ஒளிக்கு நிகரான ஒருவகை ஆற்றலை அது உமிழ்வதாகவும் அவர் கண்டுபிடித்தார்.

1900ல், நியூசிலாந்தில் பிறந்த ஆங்கிலேய விஞ்ஞானியான, எர்னஸ்ட் ரூதேர்போர்ட் அவ்வாறாக அணுவை விட சிறிய துகள்களிலிருந்து வெளிவரும் ஆற்றலின் அளவை கணக்கிட்டுக்கூறினார். கதிரியக்கத்தன்மை உள்ள ஒரு உலோகமான 'ரேடியத்தை' அவர் எடுத்துக்கொண்டார். அவை சிறு துகள்களாக, , மற்ற கதிரியக்க உலோகங்களைக் காட்டிலும் அதிகப்படியான ஆற்றலை வெளியிட்டுக் கொண்டிருந்தன. ஒரு கிராம் ரேடியமானது, ஒரு மணி நேரத்தில், ஒரு கிராம் உறைந்த தண்ணீரை வெப்பமேற்றி, அதனை அதன் கொதிநிலைக்கு கொண்டு செல்வதை அவர் காண்பித்தார். இதைப்போல், அந்த ஒரு கிராம் ரேடியமானது, இந்த செயலை, ஒவ்வொரு மணிநேரத்துக்கும் சரியாக, பல நூற்றாண்டுகள், செய்யும் திறன் கொண்டது என்று அவர் கூறினார்.

இந்த ஆற்றல் அந்த கதிரியக்கத் தன்மை உள்ள ரேடியம் போன்ற உலோகத்திற்கு எப்படி வந்தது? ரூதேர்போர்ட், ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதியை சந்தேகிக்கவில்லை. மாறாக, ஒரு வேளை விஞ்ஞான உலகத்திற்கு தெரியாத ஒரு ஆற்றல், அப்படிப்பட்ட உலோகத்தில் காணப்படும் அணுக்களுக்கு உள்ளே இருந்து வருமோ என்று யோசிக்க ஆரம்பித்தார்.

அப்படி யோசிக்க ஆரம்பித்த ரூதேர்போர்ட், ஒரு சோதனையை செய்தார். கதிரியக்கமுள்ள உலோகத்திலிருந்து வெளிப்படும் சிறு துகள்களை, சாதாரண அணுக்கள் மீது மோதச்செய்தார். அப்படி மோதும் பொழுது, சில துகள்கள், அவ்விடத்தில் எதுவுமே இல்லாததது போல் அணுவைத்தாண்டி சென்றது. சிலநேரங்களில், ஏதோ ஒன்றின் மீது மோதி வேறு திசை நோக்கிச் சென்றது.

1911ல், அணுவைச்சுற்றி, பெரும்பாலான இடம் வெற்றிடமாக இருப்பதாகவும், எடை குறைவான எலெக்ட்ரான்கள் சில இடங்களில் சுற்றித் திரிவதாகவும், அணுவின் மையத்தில், சிறிய வலுவான ‘அணுக்கரு’ என்ற ஒன்று இருப்பதாகவும், அவர் தன்சோதனையின் முடிவாகக் காண்பித்தார்.

அவரின் இந்த கூற்றிற்கு பிறகு, பெரும்பாலான விஞ்ஞானிகள், அணுவைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியில் இறங்கினார்கள். அணுக்கருவில், புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான் இருப்பதாக அவர்கள் கண்டார்கள். ஒரு அணுவும் மற்றொரு அணுவும், அணுவைச் சுற்றியுள்ள எலெக்ட்ரான்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒரு அணுவை, மற்றொரு அண்விடமிருந்து பிரிக்கும் பொழுது, அந்த பிணைப்பு உடைவதினால், வெளிவரும் ஆற்றலைத்தான் நாம் வேதியாற்றலாக காண்கின்றோம். அப்படியாக, அணுவின் கருவில், காணப்படும் புரோட்டான்களையோ, நியூட்ரான்களையோ நாம் மாற்றி அமைக்க முயன்றால், அப்பொழுது வெளிப்படும் ஆற்றலானது, ‘அணு ஆற்றலாகும்’.

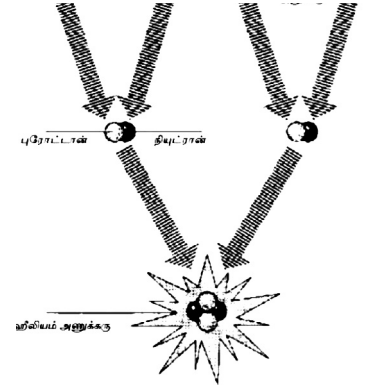
வேதியாற்றலைக் காட்டிலும், அணுவாற்றலினால் வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவானது, மிக அதிகமானது. ஒரு அணுக்கருவில் இருக்கும் துகள்களை மாற்றி அமைப்பதினால் வெளிவரும் ஆற்றலானது, அணுக்களை பிணைத்திருக்கக் காரணமான துகள்களை மாற்றியமைப்பதினால் வெளிவரும் ஆற்றலைக் காட்டிலும் அதிகமானது. எப்படியோ, ஒரு வழியாக, சூரியனின் தொடர் ஆற்றலுக்கு காரணம் என்னவென்று சொல்வதற்கு ஒரு வழி கிடைத்துவிட்டது.

1924ல், ஆங்கிலேய வானியலாளரான, ஆர்தர் ஸ்டான்லி எடிங்டன், சூரியனின் மையத்தில் இருக்கும் ஒரு பொருளின் வெப்பமானது மில்லியன் டிகிரி வெப்பநிலையைத் தாண்டியும் இருக்கக் கூடும் என்று நிரூபித்துக் காட்டினார்.

1929ல், அமெரிக்க வானியலாளரான, ஹென்றி நோரிஸ் ரஸ்ஸல், சூரிய ஒளியை ஆராய்ந்து, சூரியனில் உள்ள பெரும்பாலான பகுதிகள், ஹைட்ரஜன் என்ற பொருளினால் ஆனது என்று கூறினார்.

இந்த முடிவுகளை பயன்படுத்தி, ஜெர்மானிய-அமெரிக்க விஞ்ஞானியான, ஹென்ஸ் ஆல்பர்ட் பெத்தே, சூரியனின் மத்தியில் எப்படிப்பட்ட மாற்றங்கள் அங்கே காணப்படும் அணுக்களுக்கு ஏற்படுகின்றது என்று ஆராயாத்தொடங்கினார். 1938ல், சூரியனில் காணப்படும்

அளவிலடங்கா ஆற்றலுக்குக் காரணம், அங்கே காணப்படும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து ஒரு ஹீலியம் அணுவை உருவாக்குவதினால் தான் தோன்றியிருக்கும் என்று அவர் கூறினார். இப்படி



வெளியாகும் ஆற்றல் 'அணுக்கரு இணைவு' என்ற முறையினால் வருகின்றது.

ஹைட்ரஜன் கருக்கள், ஹீலியம் கருவாக மாறுவதினால் வெளிப்படும் ஆற்றலானது சூரியனின் இருத்தலுக்குக் காரணமாக இருப்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்தனர். சூரியனில், ஹைட்ரஜனின் அளவு அதிகமாக இருப்பதினால், பூமி தோன்றியதாக கூறப்படும் ஐந்தாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளும், சூரியனிலிருந்து தங்குதடை இன்றி ஆற்றல் வெளிப்படுக்கொண்டிருந்திருக்கும் என்பது விஞ்ஞானிகளுக்கு நியாயமாக தென்பட்டது. நிச்சயமாக சூரியனில் காணப்படும் ஹைட்ரஜனின் அளவானது குறைந்து சூரியன் ஆற்றல் இழக்கும். அப்படி அது ஆற்றல் இழக்க, குறைந்தது இன்னும் எட்டாயிரம் மில்லியன் வருடமாவது ஆகும்.

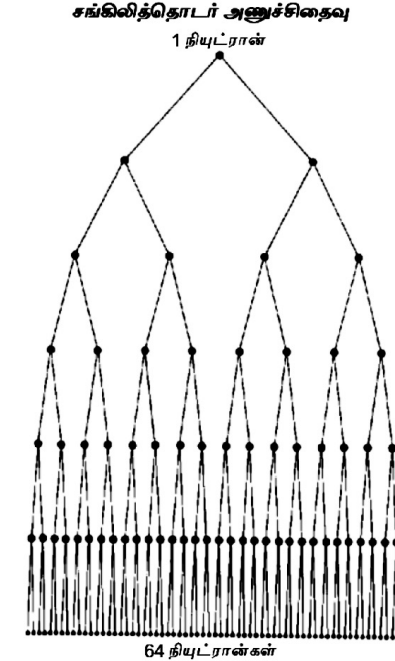
சூரியனில் காணப்படும் ஆற்றலுக்கு காரணமான 'அணுக்கரு இணைவு' முறை தான், இந்த பிரபஞ்சத்தில் காணப்படும், மற்ற நட்சத்திரங்களின் ஆற்றலுக்கும் காரணமாகக் கருதப்படுகின்றது. ஆற்றல் பாதுகாப்புவிதி, பூமிக்கு மட்டும் பொதுவானது அல்ல. இந்த பிரபஞ்சத்துக்கும் பொதுவானதே ஆகும்.

அனுவாற்றலை போல வேறு சில ஆற்றல் வடிவங்கள் இருக்கிறதா என்று கேட்டால், 19ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து, வேறு எந்த ஆற்றலின் வடிவமும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை என்று விஞ்ஞான உலகம் கூறுகின்றது.

7. மக்களும் ஆற்றலும்

ஆதிகாலத்தில் மனிதன் குகையில் வாழ்ந்திருந்த பொழுது, அவன் தன் உடம்பில் நிகழும் வேதியாற்றலை வைத்துக் கொண்டே வேலை செய்து கொண்டிருந்தான். காலம் செல்ல செல்ல தனக்கு கிடைத்த அறிவை வைத்துக் கொண்டு, ஒரு வேலையை செய்ய பல தரப்பட்ட முறையிலிருந்து அவன் ஆற்றலை எடுத்தான். வளர்ப்பு மிருகங்களை பயன்படுத்தி வண்டி நகர்த்தினான். கடல் அலைகளையும் காற்றையும் பயன்படுத்தி, கப்பலோட்டினான்.

வெகுகாலமாகவே மனிதன் நெருப்பின் மூலம் ஆற்றலேடுக்கும் வித்தை கற்றவனாகவே இருந்தான். மரங்களையோ, கொழுப்பையோ, எரிபொருளையோ



எரித்து அவன் நெருப்பை உருவாக்கினான். அந்த நெருப்பு, குளிர்காலத்தில் மனிதனுக்கு குளிர் காய பயன்பட்டது. இரவில் வெளிச்சம் பெற உதவியது. சமைக்க பயன்பட்டது. உலகங்கள், கண்ணாடிகள், பாணைபாத்திரங்கள் செய்யப் பயன்பட்டது.

இப்படிப்பட்ட காரியங்களுக்குத் தேவையான நெருப்பை பெற அவர்கள்

பெரும்பாலமாக மறக்கட்டைகளையே நம்பியிருந்தனர். அவர்களுக்குத் தேவையான மரங்கள் காடுகளிலிருந்து பெறப்பட்டது. அம்மரங்கள் அழியாமல், வளர்ந்து கொண்டே இருந்தன. அவர்களும் மறக்கட்டைகளையே தொடர்ச்சியாக பயன்படுத்தி வந்தனர்.

1700களில், அதிகப்படியான மரங்களை வெட்டி பயன்படுத்திய காரணத்தால், மரங்களின் வளர்ச்சி விகிதம் பாதிக்கப்பட்டு, பல இடங்களில் காடுகள் முற்றிலுமாக அழிக்கப்பட்டுவிட்டது. இதனால், கிரேட் பிரிட்டனில் பெரும் தட்டுப்பாடு மரங்களுக்கு ஏற்பட்டு, மாற்று எரிபொருளுக்கான தேவை முதன்முதலில் அங்குதான் எழுந்தது. பதினேழாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நீராவி இயந்திரமானது, எரிபொருளின்

வேதியாற்றலை, இயக்க ஆற்றலாக மாற்றி, கம்பிகளை இயக்கி, சுழற்சிக்கரங்களைச் சுற்றி ஒரு பொருளை நகர்த்த பயன்பட்டது.

நீராவி இயந்திரங்களின் கட்டுமானம் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக்கொண்டே சென்றது. அதிகப்படியான இயந்திரங்களை தொழிற்சாலைகளில் இயக்க அது பயன்பட்டது. கடலில் கப்பல்களும், நிலத்தில் கனரக வாகனங்களும்



அவ்வியந்திரங்களைக் கொண்டு இயக்கப்பட்டன. இதனால், மக்களின் வாழ்க்கை முறை முற்றிலுமாக மாறியது. இந்த காலகட்டத்தை தான், வரலாறு, 'தொழிற்புரட்சி' நடந்த காலம் என்று அழைத்தது.

பெருகிவரும் நீராவி இயந்திரங்களை இயக்குவதற்கு தேவைப் படும் ஆற்றலின் அளவு நாளுக்கு நாள் அதிகமாகிக்கொண்டே சென்றது. இதனால் அதே காலகட்டத்தில், பூமிக்கடியில், அதிகப்படியான அளவில் கிடைக்கும் நிலக்கரியை அவர்கள் பயன் படுத்தத் துவங்கினார்கள்.

அப்படியாக, எடுக்கப்பட்ட நிலக்கரியானது, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் முடிவுவரை, அதிகமாக பயன்படுத்தப்பட்டது. நிலக்கரி, மரத்தைப்போல் அல்லாமல், திரும்பத் தோன்ற பல கோடி ஆண்டுகள் பிடிக்கும். ஒரு இடத்தில் நிலக்கரி பயன்படுத்தப்பட்டு விட்டால், வேறு இடத்தில் நிலக்கரி இருக்கிறதா என்று பார்த்து தான் தோண்டி எடுக்க வேண்டும். இவ்வுலகில், பல இடங்களில், நிலக்கரிகள் கிடைக்கின்றன. ஆனால், அப்படிக்கிடைக்கும் நிலக்கரி கூட, சில நூறு ஆண்டுகளுக்குள் தீர்ந்துவிடும்.

இதே நேரத்தில், மக்கள் ஆற்றலை புதிய வடிவங்களில் பயன்படுத்தும் முறைகளை கண்டறிந்தவர்களாக இருந்தனர். எரிபொருளைக் கொண்டு இயக்கப்படும் சுழற்சிக்கரமானது, காந்தத்தின் இரு துருவங்களுக்கு இடையே சுற்றுமானால், அது மின்னாற்றலை உற்பத்திச் செய்யும் என்று கண்டறிந்தனர். மின்னாற்றலினால் உருவாகும் மின்சாரமானது, தந்தியடிப்பதில், தொலைபேசியில் இன்னும் மனிதன் பயன்படுத்தும் பல பொருட்களின் இயக்கத்திற்கு மூலமாக இருந்தது.

நாட்கள் செல்லச் செல்ல, இப்பொருட்களின் இயக்கத்துக்கு, இன்னும் அதிகப்படியான நிலக்கரி தேவைப்பட்டது. நிலக்கரிச்சுரங்கத்தின் இயக்கத்தில் ஏற்படும் தொய்வும், அவை கிடப்பதில் ஏற்படும் சிக்கல்களும், அவற்றை ஆற்றலாக மாற்றுவதில் உள்ள பிரச்சனைகளும் பெரிய சவாலாக அந்நாளில் இருந்தது. எண்ணை ஒரு வகை திரவம். அதை எரித்துக்கூட ஆற்றலை உற்பத்தி செய்ய முடியும். அவை வெகுளளிதில் நிலக்கரியைக் காட்டிலும், பூமிக்கு அடியில் கிடைத்தன. அதனை கையாளும் முறையும், ஓரிடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்தில், குழாய் மூலம் கொண்டு செல்வதும், மிக எளிதானவை.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் முடிவில், பெட்ரோலினால் இயங்கும் புதுவகை இயந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அதனை 'உள் எரி இயந்திரம்' என்று அழைத்தனர். இவ்வியந்திரங்கள் தான், பெருவாரியான, இருசக்கர, கனரக, வாகனங்களையும், கப்பலையும், விமானத்தையும் இயக்கின. பெட்ரோல், கச்சா-எண்ணெய்யை சுத்திகரிக்கும் பொழுது கிடைக்கும் ஒரு பொருள் தான்.

1900ங்களின் மத்தியில், வாகன பயன்பாடு அதிகரித்துக்கொண்டே இருந்தது. இதனால் அதற்கு பயன்படும் எண்ணெயின் தேவையும் அதிகரித்துக்கொண்டே இருந்தது. மின்னாற்றலை உருவாக்குவதற்கும், நிலக்கரிக்கு பதிலாக எண்ணெயே பயன்படுத்தப்பட்டது. ஒருகட்டத்தில், நிலக்கரியைக் காட்டிலும் எண்ணெயின் பயன்பாடு அதிகமாகக் காணப்பட்டது.

எண்ணெயின் பயன்பாடு அதிகரித்து, அவைகளின் இருத்தல் அளவு குறைவதைக் கண்டவர்கள், உலகத்தின் மற்ற இடங்களில் அதைத்தேடி சென்றார்கள். பாரசீக

வளைகுடாவில், அதிகப்படியான கச்சா எண்ணெய் இருந்ததைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

தொடர் பயன்பாடு காரணமாக, கச்சா எண்ணெயின் விலை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கின்றது. இன்னும் அதிகரிக்கும் தேவையானது, கச்சா எண்ணை கிடைக்கும் கிணறுகளை, முப்பதிலிருந்து ஐம்பது ஆண்டுகளுக்குள் காலியாக்கிவிடும். அப்படி ஒரு நிகழ்வு ஏற்படும் பொழுது மக்கள் ஆற்றலுக்காக என்ன செய்யப் போகிறார்கள்?

திரும்ப நிலக்கரியின் பயன்பாட்டுக்கு நாம் செல்லலாம். ஆனால் அதை ஒரு இடத்தில் இருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு எடுத்துச்செல்வது நேரம் பிடிக்கும் வேலை. எண்ணெயை, வேறு பொருட்களில் இருந்து பெற முயற்சிப்பது செலவு பிடிக்கும் வேலை.

இவை இரண்டும், எரியும் பொழுது காற்றை மாசு படுத்தும் கரித்தூளை வெளியிடுகின்றன. இதனால் காற்று மாசுபட்டு, மனிதனின் உடல்நிலை பாதிக்கிறது. கரி மற்றும் எண்ணெயை பயன்படுத்தி கிடைக்கும் வேதியாற்றலுக்கு பதிலாக மாற்று முறையில் ஆற்றலைப் பெறமுடியுமா? அணுஆற்றல் உதவுமா? அணுஆற்றல் சக்தியை, பூமியிலிருந்து பெறுவதற்கு, நாம் இங்கு கிடைக்கும் கதிரியக்க உலோகங்களைத்தான் நம்பியிருக்க வேண்டும். பெரிய அளவில் அதைப் பயன்படுத்தி ஆற்றலை எடுப்பது, அக்காலத்தில் நடைமுறை சாத்தியமாக்கப்படவில்லை.

1939ல், ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியான, ஒட்டோ ஹான், யுரேனியத்தின் அணுக்கருவை பிளப்பதன் மூலம் கதிரியக்கத்தினால் வெளிப்படும் ஆற்றலைக்காட்டிலும், அதிகப்படியான ஆற்றலைப் பெறமுடியும் என்று கண்டுபிடித்தார். அம்முறையை அவர் 'அணுப்பிளவு' என்று கூறினார்.

அமெரிக்காவில், ஒரு விஞ்ஞானிகளின் குழுவானது, இந்த அணுக்கரு பிளவு முறையில், அபரிமிதமான ஆற்றலை பெறுவதற்கான எளிய முறையை ஆராய்ந்துக் கொண்டிருந்தனர். 1942ல், இந்தப் பிரச்சனையை, இத்தாலிய-அமெரிக்க விஞ்ஞானியான, என்ரிகோ ஃபெர்மி, தலைமையில் வேலை பார்த்த விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்தனர்.

அதன் முடிவாக கிடைத்த ஒரு பொருள் தான் அணுகுண்டு. சாதாரண வேதியாற்றல் வெடிக்கும் குண்டுகளால் ஏற்படும் சேதாரத்தைக் காட்டிலும், அணுப்பிளவினால் உருவாகும் அணு ஆற்றல் முறையினில் தயாரிக்கப்பட்ட அணுகுண்டிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலானது, பேரழிவை விளைவிக்கக் கூடியதாக இருந்தது.

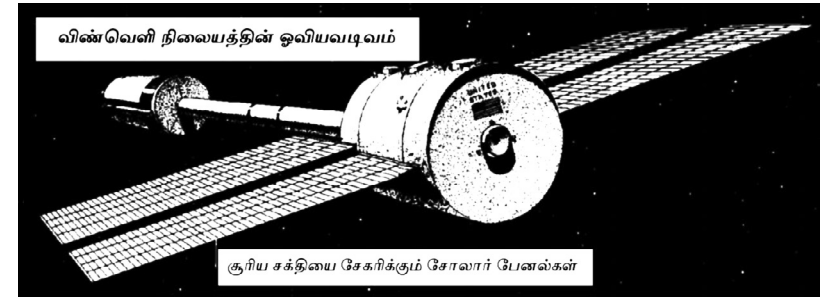
இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின்பு, இந்த அணு ஆற்றலை, மின்னாற்றலாக மாற்றி, மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்தனர். அது பல அமைதி சார்ந்த செயல்பாடுகளுக்கு பேருதவியாய் இருந்தது. இன்றைய தேதிகளில் அப்படிப்பட்ட அணுவுலைகள் உலகமெங்கும் காணப்படுகின்றன.

அணுப்பிளவு முறையை ஆற்றல் எடுப்பதற்கு ஒரு நிரந்தர தீர்வாக நாம் பார்க்க முடியாது. ஏனென்றால், அம்முயற்சிக்கு, பூமியில் காணப்படும் மிக-அரிய உலோகமான யுரேனியம் போன்றவைகள் தேவைப்படுகின்றன. அதுமட்டும் அல்லாமல், யுரேனியத்தின் கருவை பிளக்கும் பொழுது, பயங்கர கதிரியக்கத்தை வெளிப்படுத்தக் கூடிய உபரி பொருட்கள், கூடவே உற்பத்தி ஆகின்றன. இந்த கதிரியக்கக் கழிவுகளை, பாதுகாப்பான முறையில் அப்புறப்படுத்துவது இன்றளவும், விஞ்ஞானிகளிடத்தில் ஒரு பிரச்சனையாகவே

கருதப்படுகின்றது. எனவே அவர்கள், இன்றளவும், ஆற்று சக்தியை உருவாக்கும் ஒரு ஆற்றல் வடிவத்தை கண்டுபிடிக்க முயற்சித்துக் கொண்டதான் இருக்கிறார்கள்.

மக்கள் காற்றோட்டத்தினாலும், நீரோட்டத்தினாலும், கிடைக்கும் ஆற்றலை பயன்படுத்த வேண்டும். உயர் மற்றும் தாழ் நீர்மட்டத்தின் ஆற்றலை பயன்படுத்தவேண்டும். பூமிக்கடியில் இருக்கும் வெப்பத்தின் ஆற்றலை பயன்படுத்த வேண்டும். வெறுமனே, பாலைவனங்களில் விழுந்து வீணாகும் சூரிய சக்தியை பயன்படுத்தவேண்டும்.

இந்த வகை ஆற்றலானது பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு தொடர்ந்து கிடைக்கக் கூடியது. சரியான முறையில் ஆற்றலை அதனிலிருந்து எடுக்கும் முறையை கண்டுப்பிடித்தப் பின், தங்குதடையின்றி நாம் அவற்றை பயன்படுத்த முடியும்.



சூரியன் மற்றும் நட்சத்திரங்களில் காணப்படும், அணுக்கரு இணைவு முறையை கூட நாம் மற்றொரு ஆற்றல் மூலமாக பயன்படுத்தலாம். பூமியிலும், ஹைட்ரஜன் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. சரியான ஆற்றல் பிரித்தெடுக்கும் முறையை கண்டுப்பிடிக்க முடிந்தால், பலகோடி நூற்றாண்டுகள் நாம் தங்கு தடை இன்றி ஆற்றலை பெற முடியும்.

விஞ்ஞானிகள், கடந்த முப்பது வருடமாக இந்த ஆய்வில் தீவிரமாக ஈடுபட்டுக் கொண்டிருக்கிறார்கள். கூடியவிரைவில் இந்த பிரச்சனைக்கொரு முடிவு கிடைக்கும். அப்படி நடக்கையில், மனித நாகரிகத்தின் வளர்ச்சிக்கு எந்த தடையும் இருக்காது. ஒருவேளை இந்த பூமியை நாம் மாசு படுத்தாமலும், யுத்தத்தினால் ஒருவரை ஒருவர் அழித்திடாமலும் இருந்தால், இந்த பூமியைப்போல் ஒரு சுகமான இடம், வாழ்வதற்கு வேறு எங்கும் இருக்க முடியாது.

★★★★★